

Universidad Latina de Costa Rica

Sede Regional Heredia

Facultad de Ingeniería Eléctrica y Mecánica

Licenciatura en Ingeniería Electromecánica

Trabajo Final de Graduación

Optimización del consumo eléctrico e impacto ambiental del  
Bar & Restaurante y Sala para Eventos Los Potreros  
mediante un modelo eléctrico eco-amigable.

Autor

Abraham Leonardo Herrera Vega

Heredia, septiembre de 2018

## TRIBUNAL EXAMINADOR

Este proyecto titulado: Optimización del consumo eléctrico e impacto ambiental del Bar & Restaurante y Sala para Eventos Los Potreros mediante un modelo eléctrico eco-amigable, por el estudiante: Abraham Leonardo Herrera Vega, fue aprobado por el Tribunal Examinador de la carrera de Ingeniería Electromecánica de la Universidad Latina, Sede Heredia, como requisito para optar por el grado de Licenciatura en Electromecánica.



---

Ing. Rodolfo Mora Angulo

Tutor



---

Ing. Samuel Grant Chaves

Lector



---

Ing. Oscar Jesús Delgado Jiménez

Representante

# UNIVERSIDAD LATINA SEDE REGIONAL HEREDIA

## CARTA DE APROBACIÓN POR PARTE DEL TUTOR DEL TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN

Heredia, 03 de septiembre de 2018.

Sres.

Miembros del Comité de Trabajos Finales de Graduación

Estimados señores:

He revisado y corregido el Trabajo Final de Graduación, denominado: Optimización del consumo eléctrico e impacto ambiental del Bar & Restaurante y Sala para Eventos Los Potreros mediante un modelo eléctrico eco-amigable, por el estudiante: Abraham Leonardo Herrera Vega, CI 402010121, como requisito para optar por el grado de Licenciatura en Electromecánica.

Considero que dicho trabajo cumple con los requisitos formales y de contenido exigidos por la Universidad, y por tanto lo recomiendo para su defensa oral ante el Consejo Asesor.

Suscribe cordialmente,



Ing. Rodolfo Mora Angulo

# UNIVERSIDAD LATINA SEDE REGIONAL HEREDIA

## CARTA DE APROBACIÓN POR PARTE DEL LECTOR DEL TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN

Heredia, 03 de septiembre de 2018.

Sres.

Miembros del Comité de Trabajos Finales de Graduación

Estimados señores:

He revisado y corregido el Trabajo Final de Graduación, denominado: Optimización del consumo eléctrico e impacto ambiental del Bar & Restaurante y Sala para Eventos Los Potreros mediante un modelo eléctrico eco-amigable, por el estudiante: Abraham Leonardo Herrera Vega, CI 402010121, como requisito para optar por el grado de Licenciatura en Electromecánica.

Considero que dicho trabajo cumple con los requisitos formales y de contenido exigidos por la Universidad, y por tanto lo recomiendo para su defensa oral ante el Consejo Asesor.

Suscribe cordialmente,



Ing. Samuel Grant Chaves

27 de agosto del 2018

Señores  
Universidad Latina de Costa Rica  
Presente

Estimados señores:

El suscrito Edith Raissa Pizarro Alfaro con cédula de identidad número 401780133, profesional en Filología, hace constar que revisó el documento denominado "Optimización del consumo eléctrico e impacto ambiental del Bar & Restaurante y Sala para Eventos Los Potreros mediante un modelo eléctrico eco-amigable", del estudiante **Abraham Leonardo Herrera Vega**, al cual se le aplicaron las revisiones y observaciones relacionadas con aspectos de construcción gramatical, ortografía, redacción entre otros.

Dado lo anterior, certifico que el documento contiene las observaciones y correcciones solicitadas quedando de conformidad con lo pactado.

Atentamente,



**Edith Raissa Pizarro Alfaro**

**Código del Colegio 35554**

## **Agradecimiento**

Agradezco mucho a Dios por la vida que me ha dado, por la salud y por los recursos que me permitió disfrutar para cursar mi carrera universitaria a lo largo de estos años, hasta el día de hoy en el que culminó esta etapa.

Agradezco a mi esposa Erika por apoyarme incondicionalmente, por impulsarme a continuar y terminar este proceso, por aguantar mis momentos de crisis en el desarrollo de mi trabajo y por acompañarme siempre.

Gracias a mi familia que directa o indirectamente me han soportado y ayudado a alcanzar las metas que me he propuesto cumplir.

Gracias a todas aquellas personas que me han colaborado para ver hoy cumplido, este proceso tan importante para mi vida y para mi carrera profesional.

## **Dedicatoria**

Dedico este proyecto a Dios, porque sin su bendición no me hubiese sido posible concluirlo. A él porque siempre gocé de salud, trabajo y recursos necesarios para costear mis estudios.

Lo dedico también a mi esposa Erika, por ser un pilar fundamental en mi vida, porque gracias a ella tengo una razón más para continuar día a día y dar lo mejor de mí.

Quiero dedicarlo a mi madre Olga, porque desde siempre me inculcó la importancia del estudio, desde siempre veló porque tuviera lo suficiente para continuar y cumplir mis ideales.

Finalmente lo dedico a mi padre y a mis hermanos, por propulsar siempre mi deseo de crecer, de mejorar como ser humano y de buscar bienestar para nuestra familia.

## Introducción

Toda aquella actividad comercial realizada en una determinada ubicación espacial tiene una componente de contaminación al medio ambiente, algunas con mayor o menor escala pero, contaminación al final.

Lamentablemente la contaminación producto de estas actividades comerciales crece día con día y esto especialmente porque el motivo primordial de dicha actividad es la obtención de recursos económicos.

Dicho esto todo aquel mecanismo que se pueda considerar para proteger o disminuir el impacto ambiental y que represente una inversión o gasto adicional como muchas personas lo perciben, regularmente queda rezagado.

Dichosamente hoy en día existen muchas legislaciones que han iniciado una lucha para poder continuar con el comercio que sostiene el organismo económico de un país pero, siendo a la vez consiente del impacto que esto representa al medio ambiente y buscando cómo reducirlo.

Claramente esa tarea no es solamente de los legisladores, es una gestión que cada persona debe tomar en sus manos y tratar de cumplirla en su día a día y de esta forma buscar retrasar las posibles consecuencias del agotamiento de nuestros recursos naturales.

Es por esto que en el presente proyecto y basado en los conocimientos obtenidos a largo de una carrera universitaria, se planteará una serie de oportunidades para contribuir con el desarrollo sostenible, manteniendo la operación de un comercio en específico, buscando la retribución económica para el propietario de las inversiones planteadas en un determinado plazo y principalmente, reduciendo el impacto ambiental que dicha actividad produce.



AGRADECIMIENTO .....	2
DEDICATORIA .....	3
INTRODUCCIÓN .....	4
<i>Índice de Tablas</i> .....	8
<i>Índice de Figuras</i> .....	9
<b>CAPÍTULO I</b> .....	11
<b>1. PROBLEMA Y PROPÓSITO</b> .....	12
1.1. <i>Síntoma</i> .....	12
1.2. <i>Causas</i> .....	13
1.3. <i>Pronósticos</i> .....	14
1.4. <i>Control al pronóstico</i> .....	16
1.5. <i>Formulación del problema</i> .....	17
1.6. <i>Sistematización del problema</i> .....	18
1.7. <i>Objetivo General</i> .....	19
1.8. <i>Objetivos Específicos</i> .....	20
1.9. <i>Estado Actual de la investigación</i> .....	20
1.10. <i>Metodológica</i> .....	22
<b>CAPÍTULO II</b> .....	24
<b>2. MARCO TEÓRICO</b> .....	25
2.1 <i>Marco Situacional</i> .....	25
2.1.1 <i>Exteriores</i> .....	25
2.1.2 <i>Bar &amp; Restaurante</i> .....	27
2.1.3 <i>Cocina</i> .....	29
2.1.5 <i>Sala para eventos</i> .....	31
2.1.5 <i>Segunda Sala para eventos</i> .....	33
2.2 <i>Antecedentes Históricos de la empresa</i> .....	36
2.3 <i>Misión de la empresa</i> .....	37
2.4 <i>Visión de la empresa</i> .....	37
2.5 <i>Ubicación espacial</i> .....	37
2.6 <i>Organigrama</i> .....	38
2.7 <i>Marco Teórico del objeto de estudio</i> .....	39
2.7.1 <i>Ley de Ohm</i> .....	39
2.7.2 <i>Ley de Watt</i> .....	40
2.7.3 <i>Ley de Joule</i> .....	41
2.7.4 <i>Lámparas tipo Led</i> .....	42

2.7.5	<i>Sensores de presencia para iluminación.</i>	45
2.7.6	<i>Sensor infrarrojo pasivo</i>	46
2.7.7	<i>Sensor ultrasónico</i>	47
2.7.8	<i>Sensor de doble tecnología</i>	48
2.7.9	<i>Fuentes de alimentación ininterrumpidas</i>	49
2.7.10	<i>Sistemas eco-amigables</i>	50
2.7.11	<i>Energías renovables</i>	50
2.7.12	<i>Energía Solar</i>	52
2.7.13	<i>Paneles Solar</i>	54
2.7.14	<i>Inversor de corriente en sistemas de energía solar.</i>	54
2.7.15	<i>Sistemas Independientes</i>	55
2.7.16	<i>Sistemas interconectados a la red nacional.</i>	57
2.7.17	<i>Empresa de Servicios Públicos de Heredia. Marco legal.</i>	58
2.7.18	<i>Calentador de agua solar.</i>	63
2.7.19	<i>Planta eléctrica de emergencia a base de combustibles fósiles.</i>	64
2.7.20	<i>Interruptor de transferencia automático. (ATS)</i>	64
2.8	<i>Hipótesis</i>	66
2.9	<i>Limitaciones</i>	68
2.10	<i>Alcances</i>	69
<b>CAPÍTULO III</b>		71
3.	<b>DESARROLLO</b>	72
3.1	<i>Puntos críticos por mejorar en la instalación actual.</i>	72
3.1.1	<i>Acometida e ingreso al edificio.</i>	73
3.1.2	<i>Distribución del cableado principal en cielo falso.</i>	77
3.1.3	<i>Bodega principal</i>	80
3.1.4	<i>Salón para comensales.</i>	83
3.1.5	<i>Área de cómputo para meseros.</i>	84
3.1.6	<i>Caja.</i>	85
3.1.7	<i>Bar.</i>	87
3.1.8	<i>Exteriores de edificio.</i>	89
3.1.9	<i>Sistema de bombeo.</i>	91
3.1.10	<i>Bodega de la cocina.</i>	92
3.1.11	<i>Cocina.</i>	95
3.1.12	<i>Comunicación cocina con sala para eventos</i>	97

3.2	<i>Tecnologías de rápida implementación y bajo costo en el mercado para optimización del consumo eléctrico.</i>	97
3.2.1	<i>Iluminación tipo LED.</i>	97
3.2.2.1	<i>Exteriores.</i>	98
3.2.2.2	<i>Bodega principal restaurante.</i>	98
3.2.2.3	<i>Cocina.</i>	99
3.2.2.4	<i>Zona de comunicación entre cocina y sala para eventos.</i>	99
3.2.2	<i>Sensores de presencia para iluminación.</i>	100
3.2.2.1	<i>Baños del restaurante y salas para eventos.</i>	101
3.2.2.2	<i>Bodegas restaurante, cocina y sala para eventos.</i>	103
3.2.2.3	<i>Cocina.</i>	103
3.2.2.4	<i>Zona de comunicación entre cocina y sala para eventos.</i>	104
3.2.3	<i>Fuente de alimentación ininterrumpida.</i>	105
3.2.4	<i>Protección de enchufe de salida única.</i>	106
3.3	<i>Energías renovables existentes en el sitio.</i>	107
3.3.1	<i>Elección de la energía renovable por utilizar en el proyecto.</i>	107
3.4	<i>Diseño del sistema de alimentación a través de energía solar.</i>	110
3.5	<i>Presupuesto del proyecto.</i>	121
3.5.1	<i>Presupuesto de materiales para mejoras a la instalación. Enfoque #1.</i>	121
3.5.2	<i>Presupuesto de materiales para tecnologías de rápida implementación. Enfoque #2.</i>	123
3.5.3	<i>Presupuesto implementación completa del sistema de energía solar. Enfoque #3.</i>	124
3.5.4	<i>Presupuesto total de proyecto.</i>	127
	CONCLUSIONES	128
	RECOMENDACIONES	129
	BIBLIOGRAFÍA	130
	GLOSARIO	133
	Anexos	134

## Índice de Tablas

Tabla 2.1: Ubicación física de los centros de carga y transferencia manual del Bar & Restaurante Los .....	34
Tabla 2.2 Dispositivos instalados por área en el Bar & Restaurante Los Potreros y Sala para Eventos Los .....	35
Tabla 2.3: Generación eléctrica de Costa Rica en el primer trimestre del 2017. ....	51
Tabla 2.4: Costos por etapa y capacidad para sistemas de generación distribuida.....	62
Tabla 3.1: Tarifas eléctrica ESPH Julio 2018.....	111
Tabla 3.2: Irradiación global horizontal en plano inclinado. ....	113
Tabla 3.3: Pérdidas y rendimiento del sistema solar. ....	115
Tabla 3.4: Producción eléctrica mensual total. Propuesta al 50%.....	116
Tabla 3.5: Producción eléctrica mensual total. Propuesta al 70%.....	117
Tabla 3.6: Producción eléctrica mensual total. Propuesta al 100%.....	118
Tabla 3.7: Presupuesto enfoque #1. ....	122
Tabla 3.8: Presupuesto enfoque #2. ....	123
Tabla 3.9: Presupuesto enfoque #3. ....	126
Tabla 3.10: Resumen del presupuesto total. ....	127

## Índice de Figuras

Figura 1.1: Participación estimada de energía renovable en la producción de .....	21
Figura 1.2: Generación eléctrica en Costa Rica en el primer semestre del 2016. ....	21
Figura 2.1: Vista frontal del Bar & Restaurante Los Potreros y Sala para eventos .....	25
Figura 2.2: Primer centro de carga ubicado en la bodega principal de .....	28
Figura 2.3: Transferencia manual, segundo y tercer centro de carga .....	30
Figura 2.4: Centro de carga ubicado en la zona de preparación de la Sala para .....	32
Figura 2.5: Ubicación espacial del Bar & Restaurante los Potreros y .....	37
Figura 2.6: Organigrama del Bar & Restaurante los Potreros y Sala de Eventos Los Potreros. ....	38
Figura 2.7: Diagrama y fórmulas que conforman la ley de Ohm. ....	39
Figura 2.8: Integración de la ley de Watt con la ley de Ohm. ....	41
Figura 2.9: Estudio de consumo energético en el sector español realizado por Greenpeace. ....	42
Figura 2.10: Comparativo de consumo, costo y vida útil de las tecnologías .....	45
Figura 2.11: Detección por sensor con tecnología infrarrojo pasivo.....	47
Figura 2.12: Detección por sensor con tecnología ultrasónica. ....	48
Figura 2.13: Representación de cobertura de un sensor de doble.....	49
Figura 2.14: Crecimiento mundial de la capacidad de la energía solar. ....	53
Figura 2.15: Ciclo de funcionamiento de un sistema solar independiente. ....	56
Figura 2.16: Sistema Fotovoltaico interconectado a la red.....	58
Figura 2.17: Funcionamiento de un calentador de agua. ....	63
Figura 2.18: Diagrama de conexión de un ATS y dos fuentes de .....	65
Figura 3.1: Salida de cableado hacia luminarias exteriores. Gabinete externo.....	74
Figura 3.2: Conexión de cable de tierra a la varilla de tierra. ....	75
Figura 3.3: Inicio tubería subterránea. ....	75
Figura 3.4: Trayectoria del cableado de acometida. ....	76
Figura 3.5: Empalmado del cable de acometida en el interior del edificio.....	77
Figura 3.6: Cableado sin canalización en cielo falso. ....	79
Figura 3.7: Alimentación de centro de carga en contacto directo con la estructura metálica. ....	79
Figura 3.8: Centro de carga principal, bodega principal. ....	80
Figura 3.9: Centro de carga secundario, bodega principal. ....	83
Figura 3.10: Conexión de equipo de cómputo bajo el mueble de control.....	85
Figura 3.11: Bajante para cables. Caja. ....	86
Figura 3.12: Conexión cableado mueble de la caja. ....	87
Figura 3.13: Conexión de cámaras de enfriamiento. Bar. ....	88
Figura 3.14: Tomacorrientes barra.....	89
Figura 3.15: Luminaria exterior con deficiencias de instalación. ....	90

Figura 3.16: Cableado hacia el sistema de bombeo.....	92
Figura 3.17: Alimentación sin canalización hacia el centro de carga #5. ....	93
Figura 3.18: Directorio de circuitos tablero de emergencia. ....	94
Figura 3.19: Tomacorrientes cocina.....	96
Figura 3.20: Tomacorriente cámara de refrigeración principal. ....	96
Figura 3.21: Instalación típica de un sensor de presencia para iluminación. ....	100
Figura 3.22: Protección de enchufe de salida única. ....	106
Figura 3.23: Horizonte topográfico y longitud del día en la ubicación espacial del comercio. ....	110
Figura 3.24. Irradiación global horizontal en plano horizontal y.....	112
Figura 3.25. Irradiación global horizontal en plano inclinado.....	114
Figura 3.26. Comparación de propuestas para el sistema solar. ....	125

# CAPÍTULO I

## 1. PROBLEMA Y PROPÓSITO

### 1.1. Síntoma

Conversando con los propietarios del conocido Bar & Restaurante y Sala de Eventos Los Potreros, se plantean varias preguntas las cuales convergen en un mismo tema, el alto costo del consumo eléctrico actual y el impacto que este elevado consumo está generando al medio ambiente.

Según comentan, la factura eléctrica mensual del comercio en conversación, representa un gasto muy importante para el local y, aunque en este tipo de comercio es común el alto consumo eléctrico, mucha de esa energía puede no estar utilizándose y por el contrario existe la posibilidad de que esté perdiéndose o desperdiciándose de varias formas.

Claramente no están equivocados. Existen múltiples formas en las que la energía eléctrica se consume, pero no necesariamente se utiliza. Sobre este tema, José Pablo Rojas Wang, en un artículo publicado por Pymes El Financiero hace referencia al porqué los comercios de este tipo caen en estos índices de consumo eléctrico.

Por lo general, los empresarios (en las pymes) hacen todo. Están muy centrados en el día a día, en lo que popularmente llamamos apagar incendios. Esto genera, como consecuencia, que en la parte energética o en la parte eléctrica funcionemos reactivamente: en el momento en que algo se daña lo reparamos, en el momento en que vemos que el recibo de electricidad vino muy alto, ahí sí nos ponemos a ver qué sucedió. (Pymes El Financiero, 2015, párr. 3)



Hoy en día sabemos que por simples temas de diseño es posible que mucha de esa energía consumida se esté quedando en el camino y no se convierta en un trabajo aprovechable para quien está pagando por ella.

Adicionado a esto, el comercio necesita implementar la utilización de agua caliente para distintas tareas en un plazo corto, lo cual significaría un aumento en la tarifa eléctrica mensual, respecto a la actual.

Posiblemente existen muchas energías renovables en este lugar que hoy no son utilizadas, sin embargo, con el correcto estudio se pueden utilizar para, realizar distintos trabajos y con esto reducir la demanda al sistema eléctrico nacional, el monto facturado mensualmente y principalmente el impacto ambiental.

## **1.2. Causas**

Existen múltiples causas que pueden ocasionar el alto consumo eléctrico y aumentar el impacto ambiental en un determinado establecimiento.

A nivel de diseño, se pueden puntualizar varios errores que comúnmente se cometen y que aumentan directamente el consumo, tales como:

Calibre incorrecto en los conductores. Típicamente en instalaciones eléctricas que crecen con el tiempo y que no han estado reguladas, los calibres que en algún momento fueron los correctos para la carga inicial, se empiezan a desfasar con respecto a los nuevos consumos, esto produce un calentamiento en dichos conductores que al final, se resume en un desperdicio en energía.

Utilización de materiales de baja calidad y tecnológicamente desfasados, tales como cable eléctrico, luminarias, interruptores termo magnéticos e incluso tomacorrientes. Aunque en un presupuesto inicial este tipo de materiales tengan un costo menor, conforme pase el tiempo presentan fallas o deterioros prematuros lo

cual incrementa la resistencia al flujo de la electricidad, el consumo eléctrico y las cantidad de paros al proceso productivo del negocio.

Balaceo de cargas eléctricas. Comúnmente se pueden encontrar circuitos eléctricos sobrecargados, en algunos casos con equipos que deben contar con una instalación independiente desde el centro de carga, esto debido a su nivel de consumo eléctrico. Algunos ejemplos son microondas industriales, cámaras de refrigeración, entre otros.

Otro aspecto importante es que muchas veces se utiliza energía eléctrica en sistemas o equipos que no están siendo usados o aprovechados, como por ejemplo iluminación, sistemas de climatización de aire, cámaras frigoríficas, entre otros. Esto se da principalmente por la ausencia de controles físicos o automatizados.

Es importante tomar en cuenta que la implementación de nuevos procesos en el local, sin tomar en cuenta la capacidad de la instalación eléctrica representa una causa importante de elevado consumo. Un ejemplo de esto sería, el próximo proyecto de calentamiento de agua para tareas de lavado y servicios sanitarios.

Finalmente, y aunque no es un causal directo del alto consumo eléctrico e impacto ambiental, el no utilizar energías limpias disponibles en la zona para alimentar la demanda eléctrica favorece estos problemas mencionados.

### **1.3. Pronósticos**

Como en la mayoría de aspectos personales y profesionales, un problema que no se corrige, continúa creciendo. En algunos casos trae consigo nuevos problemas más costosos incluso que la misma solución inicial y en otros, daños irreversibles.

Las consecuencias de no actuar ante problemas centrados en la calidad de los materiales instalados y dimensionamiento de la demanda eléctrica del establecimiento, pueden extenderse desde el incremento del ya excesivo consumo eléctrico, hasta las continuas interrupciones del desarrollo del negocio e incluso llegar al punto de sufrir accidentes fatales.

Actualmente, es común escuchar sucesos tales como incendios, personas electrocutadas o quemadas, grandes pérdidas materiales y en algunos casos lamentablemente la pérdida de la vida humana.

Respecto a esto, el diario CRHOY.COM de Costa Rica, en su sección de sucesos del 19 de agosto del 2016, señala que “Las fallas en el sistema eléctrico y las malas condiciones en las que se encuentran diferentes electrodomésticos son las principales causas de los incendios que ocurren en el país, donde prácticamente significan el 42% de los incendios accidentales”. (Solano. J, 2016, párr. 1)

Adicionalmente, en este mismo artículo, Alex Solís jefe de la unidad de Prevención e Investigación del Cuerpo de Bomberos indica que “las fallas más comunes tienen que ver con instalaciones en mal estado, sobrecarga y deterioro de instalaciones, así como sobrecargas en extensiones”. (Solano. J, 2016, párr. 2)

Dado lo anterior, es fácil dimensionar las consecuencias que un mal diseño eléctrico puede ocasionar. En los casos más sencillos se sufre por el alto consumo y desperdicio de energía y, en los más graves incluso se contaminan recursos naturales tales como el aire y el agua, además de la fauna y la flora de la región.

Por último y, no menos importante, el desaprovechamiento de las energías limpias presentes en el lugar, de alguna forma favorece el impacto ambiental ya que, obliga a comercios de este tipo a demandar más energía de la red eléctrica nacional, pudiendo producir su propia energía sin contaminación o con un impacto mucho menor al ambiente.

## 1.4. Control al pronóstico

Una buena forma de iniciar es, evaluar el sistema eléctrico actual y corregir las causas de ese consumo excesivo de energía e impacto ambiental. Si esto no está cubierto, es muy difícil pensar en nuevas tendencias y tecnologías para el ahorro energético en un edificio ya construido.

Pymes El financiero, en su sección de Pymes del 19 de marzo del 2015, a través del especialista José Pablo Rojas Wang comenta lo siguiente “Lo primero que conviene hacer es un diagnóstico energético y ver cuáles actividades de la empresa son las que generan mayor consumo o son más intensivas energéticamente y, a partir de ahí, se pueden implementar medidas específicas, caso por caso”. (Pymes El Financiero, 2015, párr. 5)

El que el edificio esté ya construido es una variable importante contra el diseño de un proyecto nuevo. Claramente en una nueva construcción es posible elegir los materiales desde el inicio y no se tiene una inversión realizada, ni posibles materiales a desechar como en este caso.

Sin embargo, algo importante es que varios de los problemas presentes en una edificación existente, pueden resolverse sin una inversión excesiva como, por ejemplo, una mejor distribución de los circuitos eléctricos y el aprovechamiento de materiales sobredimensionados en aplicaciones de menor demanda en donde puedan ser de utilidad.

Como parte de las nuevas propuestas para reducir el impacto ambiental, se debe identificar que energías renovables son fácilmente aprovechables y podrían alimentar la demanda del establecimiento o bien podrían abastecer los nuevos proyectos que el comercio desee implementar.

Otro aspecto por tomar en cuenta, es que regularmente en edificios ya construidos, existen sistemas que ya han llegado o están cerca de cumplir su vida útil. Estos sistemas puedan ser reemplazados por soluciones modernas y amigables con el ambiente.

Para terminar, en este tipo de comercios, regularmente se da un consumo excesivo de otros recursos naturales como por ejemplo el agua, que es comúnmente utilizada para la preparación de materias primas y para todos los sistemas de limpieza.

El negocio actualmente evalúa la posibilidad de calentar dicha agua para optimizar su utilización, así como facilitar ciertos procesos de limpieza y, como una medida de confort para sus clientes a nivel de servicios sanitarios.

Implementar energías limpias para el calentamiento del agua y a su vez para la reducción de su desperdicio, contribuye en gran medida a reducir el impacto ambiental.

## **1.5. Formulación del problema**

Anteriormente, comentábamos algunos síntomas que afectan la situación actual, tales como el alto costo de la facturación eléctrica mensual, los problemas de sobredimensionamiento de materiales y la utilización de materiales de baja calidad.

Estos síntomas adicionados a que, el establecimiento no utiliza ningún tipo de energía renovable para alimentar su demanda eléctrica actual y que, no prevé la modernización de los próximos procesos que desea implementar, nos brindan una idea de cuál es el problema que debemos atacar y cómo debemos hacerlo.

Otro aspecto importante que debemos contemplar es que no se trabaja con ningún sistema de bajo consumo eléctrico en ninguna de las áreas del comercio. .

Dado esto, se formula una pregunta que ejemplifica el problema actual y por la cual se desarrolla el presente proyecto. Esta pregunta sería:

¿Cómo reducir el alto impacto ambiental y optimizar el consumo eléctrico del Bar & Restaurante Los Potreros y Sala de Eventos Los Potreros?

## **1.6. Sistematización del problema**

Para resolver el problema que se ha planteado se va a trabajar de la mano de tres enfoques diferentes.

El primer enfoque, ataca todo aquel defecto de la instalación actual que puede corregirse y, aunque este tema ya se abordó parcialmente en el control al pronóstico, es necesario realizar una investigación de la edificación actual e identificar mediante visitas presenciales cuales son estos elementos.

El segundo enfoque, evalúa una actualización a las posibles tecnologías actuales, que puedan reducir el impacto ambiental y el consumo eléctrico. La intención de este enfoque es que dichas tecnologías no tengan un impacto económico excesivo sobre la edificación actual y que a su vez sean sencillas de implementar.

Para esto se debe desarrollar una investigación a nivel de mercado, en busca de cuáles tecnologías pueden aplicarse al establecimiento y qué involucra su utilización.

Como es notorio, los enfoques anteriores minimizan el impacto ambiental actual del comercio, sin embargo, no involucran ninguna estrategia que permita prescindir en parte de la alimentación eléctrica nacional, ni que logre sopesar el posible consumo de los nuevos procesos a implementarse en el local.

El último enfoque está directamente relacionado con las energías renovables presentes en el lugar y la forma en que se podrían aprovechar para alimentar la demanda actual del local.

Para esto se inicia con una investigación en el sitio de interés, con la intención de identificar qué tipo de energía es realmente aprovechable y en cuál de los procesos actuales del negocio, cuáles podrían alimentar los nuevos proyectos y los métodos que se aplican actualmente para su utilización.

Posterior a la investigación, es posible determinar cuáles son los pasos por seguir en cada uno de los tres enfoques propuestos, con la intención de optimizar el consumo eléctrico del local y atacar el problema planteado anteriormente.

Es importante mencionar que todo trabajo por realizar, aunque busque un beneficio, trae consigo un presupuesto que debe evaluarse para determinar si la propuesta es viable y sostenible en el largo plazo.

## **1.7. Objetivo General**

Optimizar el consumo eléctrico e impacto ambiental del Bar & Restaurante y Sala para Eventos los Potreros, mediante un modelo eléctrico eco-amigable, ubicado en el cantón de San Isidro, provincia Heredia.

## **1.8. Objetivos Específicos**

1. Identificar los puntos críticos dentro de la instalación eléctrica actual del comercio que contribuyen con el alto consumo energético y que sean sujetos de mejoras o correcciones con un bajo presupuesto.
2. Investigar las tecnologías de ahorro energético actuales del mercado, de bajo costo y fácil implementación que puedan adaptarse al establecimiento.
3. Identificar las energías renovables existentes en el sitio de interés que son económicamente aprovechables para el negocio y los procesos actuales y futuros.
4. Presentar una propuesta de aprovechamiento de la energía renovable identificada y el diseño para su implementación.
5. Documentar el presupuesto para la realización del proyecto y el tiempo de recuperación de la inversión.

## **1.9. Estado Actual de la investigación**

En la actualidad el nivel de consumismo alcanzado es preocupante. Hoy en día se utiliza una gran cantidad de energía en iluminación, transporte, industria, entre otros.

A nivel mundial, lamentablemente el porcentaje de energía obtenida de fuentes renovables alcanza apenas un 23,7% cuando se habla de producción de electricidad, información que se puede corroborar en la siguiente figura.



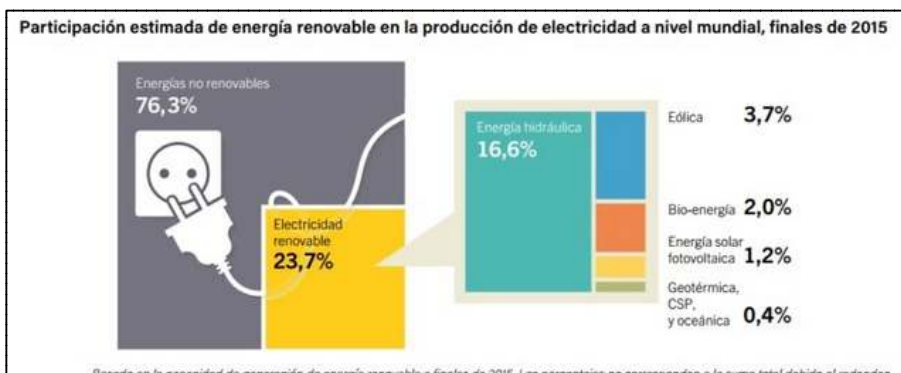


Figura 1.1: Participación estimada de energía renovable en la producción de electricidad a nivel mundial, finales de 2015.

Fuente: <http://www.ren21.net>

En Costa Rica estos índices son más favorables y la producción de energía eléctrica por medio de fuentes renovables predomina en el país. La figura #2 muestra la participación de las diferentes fuentes de energía utilizadas en el país.

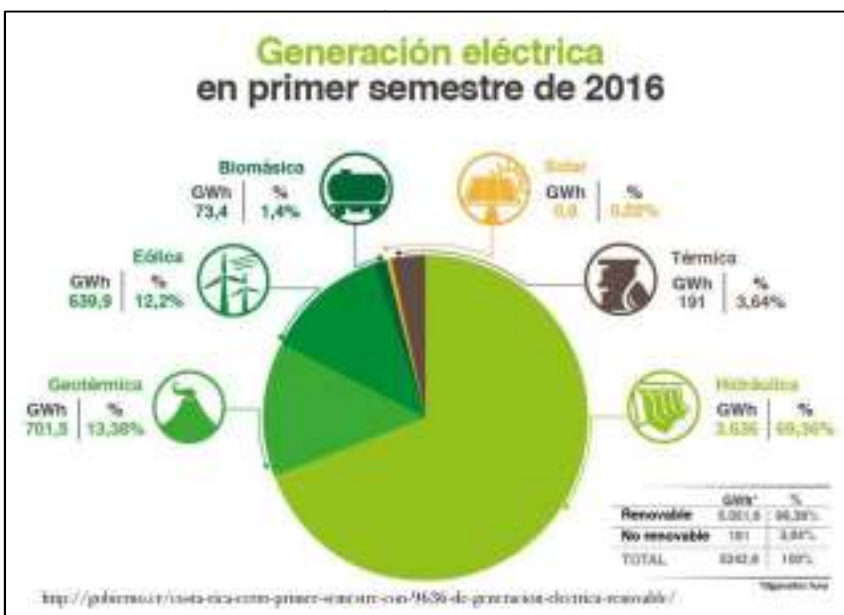


Figura 1.2: Generación eléctrica en Costa Rica en el primer semestre del 2016.

Fuente: <https://actualidadlatinoamericanablog.wordpress.com>

La investigación de este proyecto se basa en el diseño eléctrico eco amigable y como, con base en las nuevas tecnologías de ahorro energético adicionado al aprovechamiento de energías renovables se puede reducir el consumo eléctrico,

actual, mejorar el consumo en los próximos sistemas a implementarse y minimizar el impacto ambiental.

Dicha investigación se basa principalmente en conocimientos de la teoría eléctrica y sus diferentes variables, aplicando leyes comúnmente utilizadas como lo son la ley de Ohm, la ley de Watt y la ley de Joule.

El presente proyecto ha fijado su rumbo hacia el ahorro energético y el aprovechamiento de energías limpias con el fin de alivianar la demanda hacia la red eléctrica nacional.

Por lo anterior, la propuesta en este Trabajo Final de Graduación plantea un diseño eléctrico eco amigable para un comercio que, actualmente no utiliza energías renovables ni promueve en gran medida la reducción en el consumo energético por ningún medio.

Con la ayuda de este proyecto el establecimiento podrá atacar el alto consumo que hoy en día afecta su rentabilidad económica, aplicar nuevas y mejores prácticas para los nuevos sistemas y además reducir el impacto ambiental que esto ocasiona.

## **1.10. Metodológica**

En cualquier tipo de investigación que se desea realizar es muy importante identificar el problema por resolver, si este es viable o no y, cuál es el proceso correcto para estudiarlo o investigarlo.

Una vez evaluado este problema, es imprescindible partir del concepto investigación. Basado en el libro Metodología para elaborar una Tesis de Ulate & Vargas del año 2014, se puede obtener una idea clara de este significado.

Según el libro, “Las investigaciones comienzan cuando una persona tiene interés de profundizar en el conocimiento de un tema específico” (Ulate & Vargas, 2014, p.3)

Teniendo claro este concepto, se puede segmentar la investigación en cuantitativas y cualitativas, en donde la primera trabaja con planteamientos específicos desde el inicio y la recolección de resultados se fundamenta en la medición y el análisis, esto según el mismo libro.

Por su parte, la investigación cualitativa, “se enfoca en comprender los fenómenos, explorándolos desde la perspectiva de los participantes en un ambiente natural y en relación con su contexto.” (Hernández, R., Fernández-Collado, A, & Baptista, P., 2014, p.358)

Esta última se desarrolla más en ámbito social y no tan técnico. Habiendo definido estos conceptos, se puede identificar la investigación de este proyecto como cuantitativa, ya que utilizará la teoría y la estadística para su desarrollo y, los resultados se obtendrán mediante mediciones en campo y análisis de mercado para identificar las posibles opciones.

# **CAPÍTULO II**

## 2. MARCO TEÓRICO

### 2.1 Marco Situacional

Para una mayor contextualización del objeto de estudio, se dividirán las edificaciones por áreas, para de esta forma puntualizar los diferentes sistemas instalados.

Actualmente se cuenta con dos edificios construidos que laboran independientemente, uno de ellos pertenece al Bar & Restaurante y, en el segundo se encuentra la sala para eventos. Esta última cuenta con una segunda planta que en este momento está en proceso de construcción.



Figura 2.1: Vista frontal del Bar & Restaurante Los Potreros y Sala para eventos Los Potreros.  
Fuente: Propia.

#### 2.1.1 Exteriores

En la parte exterior de los locales existen 2 lámparas tipo cobra, alimentadas directamente del alambrado público. Estas lámparas están físicamente en propiedad del establecimiento sin embargo, para lograr contar con un transformador acorde con la demanda del negocio, se otorgó una servidumbre de paso a la Empresa de

Servicios Públicos de Heredia quien además del transformador brindó los permisos para dichas luminarias.

Existe 3 lámparas más, instaladas posterior a la colocación de transformador eléctrico reductor, ubicadas estratégicamente en la zona de parqueo del Bar & Restaurante que, son alimentadas directamente del interruptor principal. Solamente una de estas cuenta con un interruptor en el interior de negocio.

Todas estas lámparas cuentan con un interruptor electrónico comandado por luz, conocido comúnmente como foto celda que permite su utilización solamente durante la noche.

El complejo de edificios cuenta con un interruptor principal, el cual tiene una capacidad de 200 Amp. y el cable de acometida tiene un calibre #2 AWG (Aproximadamente 10 mm)

Ambos establecimientos cuentan con una entrada común con forma de herradura, la cual en toda su trayectoria tiene empotrados en el concreto 28 lámparas LED que, permanecen encendidas durante el espacio de la noche en el que los locales están operando.

Adicional a esto, en el interior de dicha entrada hay un espacio floral que cuenta con 13 lámparas con bombillas tipo LED, conectadas al mismo circuito que alimenta las lámparas empotradas en el concreto. Todas estas son comandadas por un interruptor manual en el interior del Restaurante.

Finalmente existe una lámpara principal justo en la entrada del primer local que contiene 16 bombillas LED y que es comandada desde uno de los centros de carga. Es importante mencionar que no existe un interruptor para esta luminaria sino que, es accionada directamente del disyuntor termo magnético.

### **2.1.2 Bar & Restaurante**

El salón principal del Bar & Restaurante cuenta con dos lámparas con 8 bombillas tipo LED cada una. Adicionalmente existen 6 luminarias tipo vela en las paredes del establecimiento con el mismo tipo de bombillas. Por otra parte, se cuenta con 4 televisores de pantalla plana de 50 pulgadas y un sistema de audio adecuando al lugar.

En el área de la barra se cuenta con 2 lámparas de 4 bobillas tipo LED cada una y 4 bombillas adicionales para la iluminación del espacio de licores. A nivel de electrodomésticos, se cuenta con varias licuadoras, una cámara de refrigeración horizontal de cuatro puertas, un dispensador de cerveza y una cámara de refrigeración vertical de dos puertas.

En la zona de caja de cobro, entrega de platillos y área de cómputo para el ingreso de las órdenes existen 6 bombillas tipo LED. Adicionalmente hay conectadas 5 máquinas de computo, con sus respectivos monitores y equipos de respaldo.

Existe un pequeño escenario que cuenta con 4 bombillas tipo LED de colores. Según los propietarios próximamente se estarán construyendo una cabina de sonido en parte del espacio de este escenario, así como oficina administrativa en el espacio restante.

La bodega de materiales contiene dos luminarias más de tipo fluorescente. En esta bodega se encuentra el primer centro de carga que comanda parte de la operación del restaurante y que se deriva del cableado que proviene del interruptor principal por medio de un bloque de terminales de distribución de alimentación eléctrica.

Un ventilador con iluminación incandescente instalado en el centro del salón es comandado desde un interruptor provisional derivado de este centro de carga.

La canalización saliente de dicha caja contiene tubería tipo PVC la cual se encuentra expuesta y adicional no cuenta con ningún tipo del moldeado o doblado.

Este centro de carga se encuentra bastante desordenado y presenta varias conexiones temporales para alimentar diferentes equipos, tales como extensiones y tomacorrientes sujetos solamente por los cables de alimentación. Adicionado a esto, el centro de carga prescinde de su tapa.



Figura 2.2: Primer centro de carga ubicado en la bodega principal de materiales.

Fuente: Propia.

Contiguo a esta bodega también se encuentra instalado un sistema de bombeo y un tanque de almacenamiento de agua potable, que suplen ambos locales debido a la poca presión que se obtiene del alcantarillado público.



El área de los baños está dividida en 5 recintos, una pequeña bodega de utensilios de limpieza y propios de esta área en donde se encuentra una bombilla tipo LED con interruptor convencional. Existe también un reducido espacio de lavado y limpieza, funcional tanto para los baños como para el salón en general.

Se cuenta con tres espacios para personas, el baño de hombres que contiene una luminaria de tubo tipo LED, la misma se encuentra en los baños para mujeres y finalmente el baño para personas con discapacidad dispone de una bombilla tipo LED.

Próximamente se espera la implementación de agua caliente en los baños como una medida de confort para los clientes.

### **2.1.3 Cocina**

La cocina cuenta con 4 luminarias de diferente presentación cada una, dos de ellas con tubos de tipo LED y las otras dos con tubos de tipo fluorescente.

Existen múltiples electrodomésticos conectados, siendo los más representativos, los 3 microondas industriales, una cámara de refrigeración principal de tipo vertical de 4 puertas que, almacena la mayor parte de las materias primas que necesitan refrigeración y, dos cámaras de refrigeración adicionales de tipo horizontal de 4 puertas.

Según los propietarios, anteriormente se utilizaban freidores industriales y planchas alimentadas con electricidad sin embargo, en busca de reducir el alto recibo eléctrico se invirtió en equipos alimentados por gas LPG.

Como proyecto futuro, se encuentra la instalación de una lavadora industrial de platos a base de agua caliente y la implementación de equipos automáticos de cocción para facilidad de preparación de platillos.

La cocina dispone de una pequeña bodega de materias primas en donde se ubican dos centros de carga y una transferencia manual hacia una planta de combustible ubicada en la parte posterior del restaurante.

La transferencia manual recibe la acometida proveniente del interruptor principal, así como el cableado que viene desde una planta eléctrica de combustible instalada en la parte posterior de la cocina y a su vez alimenta ambos centros de carga.

El centro de carga principal abastece los circuitos críticos tales como cómputo, iluminación de la cocina, audio y tomacorrientes de la caja de cobro. Todos estos circuitos están respaldados por la planta de combustible.

El segundo centro de carga contempla toda la demanda restante del restaurante, así como la alimentación de otro centro de carga que supe la sala de eventos. Sobre este se ampliará posteriormente.

Este último también está bastante desordenado y cuenta con conexiones temporales sin canalización, especialmente para la alimentación de la sala de eventos la cual, recibe conductores calibre #6 AWG. Por el momento se desconoce si el calibre utilizado de cable es correcto para la demanda actual de la sala para eventos.



Figura 2.3: Transferencia manual, segundo y tercer centro de carga ubicados en la bodega de materias primas de la cocina.  
Fuente: Propia.

### **2.1.5 Sala para eventos**

La Sala para eventos Los Potreros cuenta con un área de preparación de vajilla y cristalería, que además comunica con cocina del restaurante, esto para eventos en los cuales este último supe la alimentación. En esta zona se ubica el último y más grande centro de carga.

Esta caja tiene una capacidad para de 32 circuitos eléctricos sin embargo, está subutilizado a menos de la mitad.

Aunque la instalación eléctrica de la sala para eventos es más nueva, la convergencia de los cableados de todos los circuitos eléctricos en este centro de carga es bastante precaria, especialmente por la falta de canalizaciones para el cableado y la correcta distribución de ese cableado.

Según los propietarios, se tiene pensado que este sea el centro de carga principal para ambos negocios, sin embargo, al día de hoy no se ha podido realizar los trabajos correspondientes para dicho cambios.

Actualmente la alimentación eléctrica proviene de la segunda caja ubicada en la bodega de materias primas de cocina y, el recorrido del cableado carece de canalización además de atravesar parte de la cocina, con un alto grado de inseguridad.

En esta zona es posible ubicar una luminaria tipo fluorescente y dos bombillas más del mismo tipo instaladas en dos pequeños recintos que funcionan como bodega de bajilla, mantelería y demás materiales propios de la sala para eventos.

Existen dos cámaras de refrigeración verticales de 2 puertas cada una así como una péquela cámara de congelación horizontal de una sola puerta para el almacenaje de hielo.

Adicionalmente se dispone de una zona de cómputo con 2 máquinas para el procesamiento de pedidos especiales a cocina.

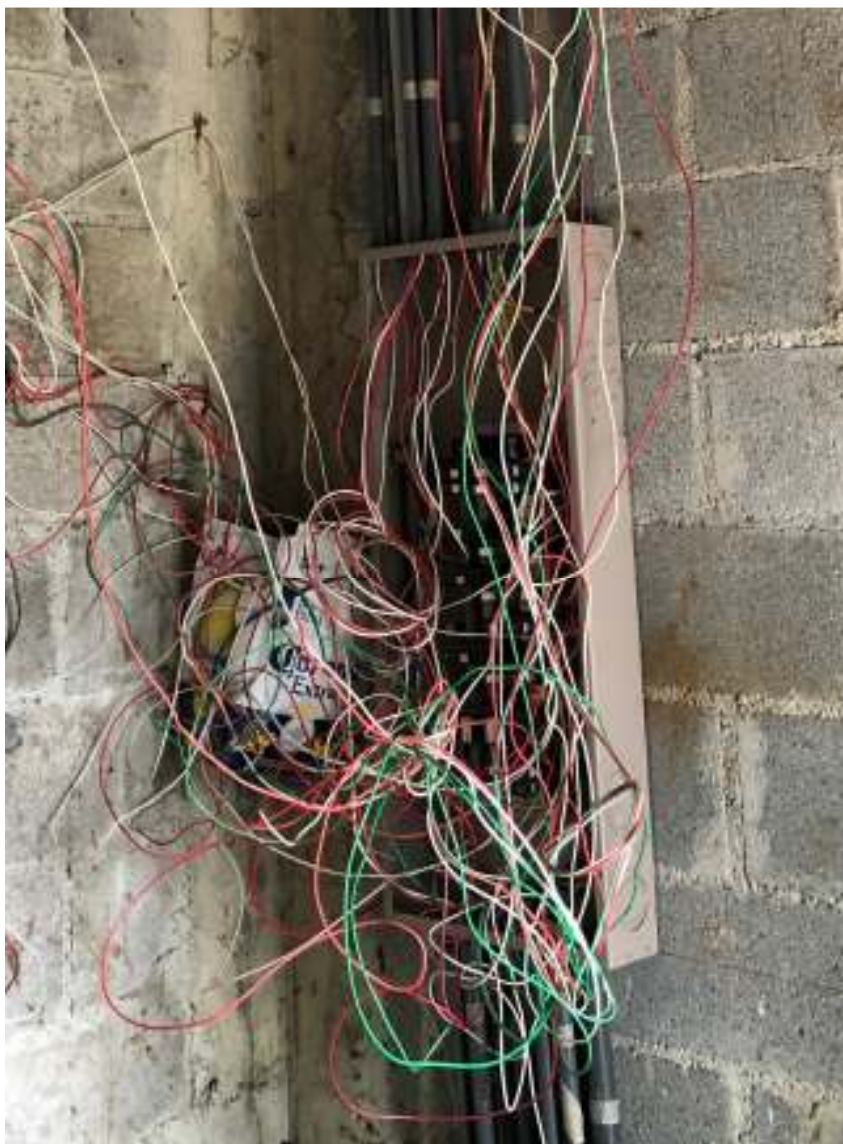


Figura 2.4: Centro de carga ubicado en la zona de preparación de la Sala para eventos.  
Fuente: Propia.

El salón principal cuenta dos diferentes alturas de techos que dividen la zona de mesas de invitados y el espacio de actividades artísticas o similares.

La parte de la sala con una altura de techo de un piso contiene 67 bombillas de colores tipo LED, distribuidas en 6 cenefas además de 7 lámparas del mismo tipo, estas últimas de luz blanca de mayor potencia.

La sección de mayor altura del salón dispone de dos lámparas principales tipo fluorescente de alta luminosidad, además de 32 bombillas tipo LED de colores empotradas en el cielo.

En uno de los extremos de la sala existe una pequeña cabina pensada para control de audio e iluminación en donde, se puede encontrar una bombilla adicional tipo fluorescente y el control de algunas de las luminarias.

Finalmente se tiene la sección de baños, en donde se encuentran 4 habitáculos separados. Dos de estos baños diseñados para personas con discapacidad, los cuales contienen una lámpara tipo LED cada uno. Los baños tanto de hombres como de mujeres, contienen 8 bombillas tipo LED y una lámpara central del mismo tipo cada uno.

Resta puntualizar que la zona de ingreso principal de la sala para eventos contiene diez bombillas de color de tipo LED, comandadas desde el interior de la sala.

### **2.1.5 Segunda Sala para eventos.**

El edificio de la sala para eventos cuenta con una segunda planta en donde actualmente se construye una nueva sala para eventos, sus respectivos baños para hombres y mujeres, dos habitaciones con baño para facilidad de los invitados principales, una bodega principal de materiales y una oficina de administración.

Esta segunda planta contará con un último centro de carga que comandará la operación de este piso así como un cuarto de telecomunicaciones que a futuro se espera albergue los servidores y demás sistemas del complejo.

A nivel de iluminación esta fase contará con cerca de 90 bombillas tipo LED y 22 lámparas del mismo tipo distribuidas por todo el piso.

Adicional a esto se prevé la implementación de una pequeña barra equipada con una cámara de refrigeración y los electrodomésticos normales de esta operación, la implementación de agua caliente de todo el piso y una sección de cómputo con dos máquinas de trabajo.

De acuerdo con lo expuesto en este apartado, el complejo trabaja en su mayoría con iluminación tipo LED sin embargo, no se promueve la utilización de otros tipos de tecnologías que permitan reducir el impacto ambiental y el consumo eléctrico, ni de energías limpias.

La siguiente tabla resume la ubicación de los centros de carga y transferencia manual:

<b>Ubicación física de los centros de carga y transferencia manual</b>	
<b>Dispositivo</b>	<b>Ubicación</b>
Centro de carga principal	Bodega de materias primas de la cocina
Centro de carga #1	Bodega de materias primas de la cocina
Centro de carga #2	Bodega principal de Bar y Restaurante
Centro de carga #3	Zona de preparación de la sala de eventos
Centro de carga #4 (Próximamente)	Segunda planta.
Transferencia eléctrica manual	Bodega de materias primas de la cocina

Tabla 2.1: Ubicación física de los centros de carga y transferencia manual del Bar & Restaurante Los Potreros y Sala para Eventos Los Potreros  
Fuente: Propia

La siguiente tabla resume la cantidad y ubicación de los diferentes equipos instalados:

<b>Dispositivos instalados por área en el Bar &amp; Restaurante Los Potreros y Sala para Eventos Los Potreros</b>	
<b>Dispositivo</b>	<b>Cantidad</b>
<b>Exteriores</b>	
Lámparas tipo cobra de sodio	2
Lámparas para exteriores tipo fluorescente	1
Bombillas LED empotradas en concreto	28
Lámparas LED en zona de jardín	13
Lámparas principal de entrada	1 (16 bombillas)
<b>Bar &amp; Restaurante</b>	
Lámparas de 8 bombillas LED	2
Lámparas de 4 bombillas LED	2
Bombillas tipo LED	15
Bombillas tipo fluorescente	2
Luminaria de tubos de tipo LED	2
Televisores	4
Ventiladores con lámpara incandescente	1
Sistema de bombeo de agua	1
Cámaras de refrigeración horizontales	1
Cámaras de refrigeración verticales	1
Dispensadores de cerveza	1
Máquinas de cómputo	5
<b>Cocina</b>	
Luminaria de tubos de tipo LED	2
Luminaria de tubos de tipo fluorescente	2
Microondas industriales	3
Cámaras de refrigeración verticales de 4 puertas	1
Cámaras de refrigeración horizontales de 4 puertas	2
<b>Sala para eventos</b>	
Bombillas tipo LED.	123
Bombillas tipo fluorescente	4
Lámpara principal tipo LED	2
Cámaras de refrigeración verticales	2
Cámaras de congelación horizontal	1
Máquinas de cómputo	2
<b>Segunda planta (Próximamente)</b>	
Bombillas tipo LED.	112
Cámaras de refrigeración verticales	1
Máquinas de computo	2

Tabla 2.2: Dispositivos instalados por área en el Bar & Restaurante Los Potreros y Sala para Eventos Los Potreros  
Fuente: Propia

## **2.2 Antecedentes Históricos de la empresa**

En conversación con el propietario del establecimiento, (Herrera. C., 4 de marzo de 2018). Indica que la idea del negocio nace como una medida de cambio para el antiguo negocio de comercio de animales que él desarrollaba.

En el 2009, El Bar & Restaurantes Los Potreros abre sus puertas al público con una infraestructura mucho menor a la actual. Después de 2 años de fundado y, debido a la demanda de los comensales se inició un proceso de expansión a una cocina más amplia y acondicionada para su correcto desempeño. Esta remodelación concluyó dos años después.

En el 2016 basado en la reducida oferta de salas para eventos en la zona, se inicia la construcción de una sala para eventos con capacidad para 350 personas, la misma que es inaugurada en 2017.

Dicha sala tiene una conexión interna con el restaurante, que le permite a la cocina actual suplir de platillos a ambos locales independientemente de las diferencias de cada negocio.

En el 2018 su cumplirán 9 años de iniciado este complejo y próximamente según comenta el propietario, se estará aperturando la segunda sala para eventos con capacidad para 100 personas.

El complejo de negocios continúa siendo una empresa familiar y se tienen muchas ideas de negocios hacia el futuro. Una buena práctica es continuar buscando ese crecimiento de una manera sostenible, buscando el menor impacto al ambiente posible y volviendo la operación tan eficiente como se pueda.



## 2.3 Misión de la empresa

Ofrecer un servicio de calidad y principios éticos, con un amplio menú que combine ricos platillos con ingredientes de primera calidad y gran variedad de bebidas que satisfagan las necesidades del consumidor, todo esto en un ambiente agradable para la familia y con adecuado trato al cliente por parte de nuestro personal, buscando un servicio rápido, eficiente, flexible y personalizado, que contribuya continuamente con el desarrollo económico de nuestra región.

## 2.4 Visión de la empresa

Ser una empresa altamente productiva, competitiva y reconocida a nivel nacional, enfocado en un servicio con transparencia, con un equipo de trabajo dinámico que promueva el desarrollo, una constante búsqueda de nuevas tecnologías para satisfacer las necesidades y expectativas de nuestros clientes, orientados al respeto por el medio ambiente y el mejoramiento de la sociedad.

## 2.5 Ubicación espacial

La empresa está ubicada en el barrio María Auxiliadora, en distrito de San Isidro, cantón de San Isidro, provincia de Heredia.



Figura 2.5: Ubicación espacial del Bar & Restaurante los Potreros y Sala de Eventos Los Potreros.  
Fuente: Propia.

## 2.6 Organigrama

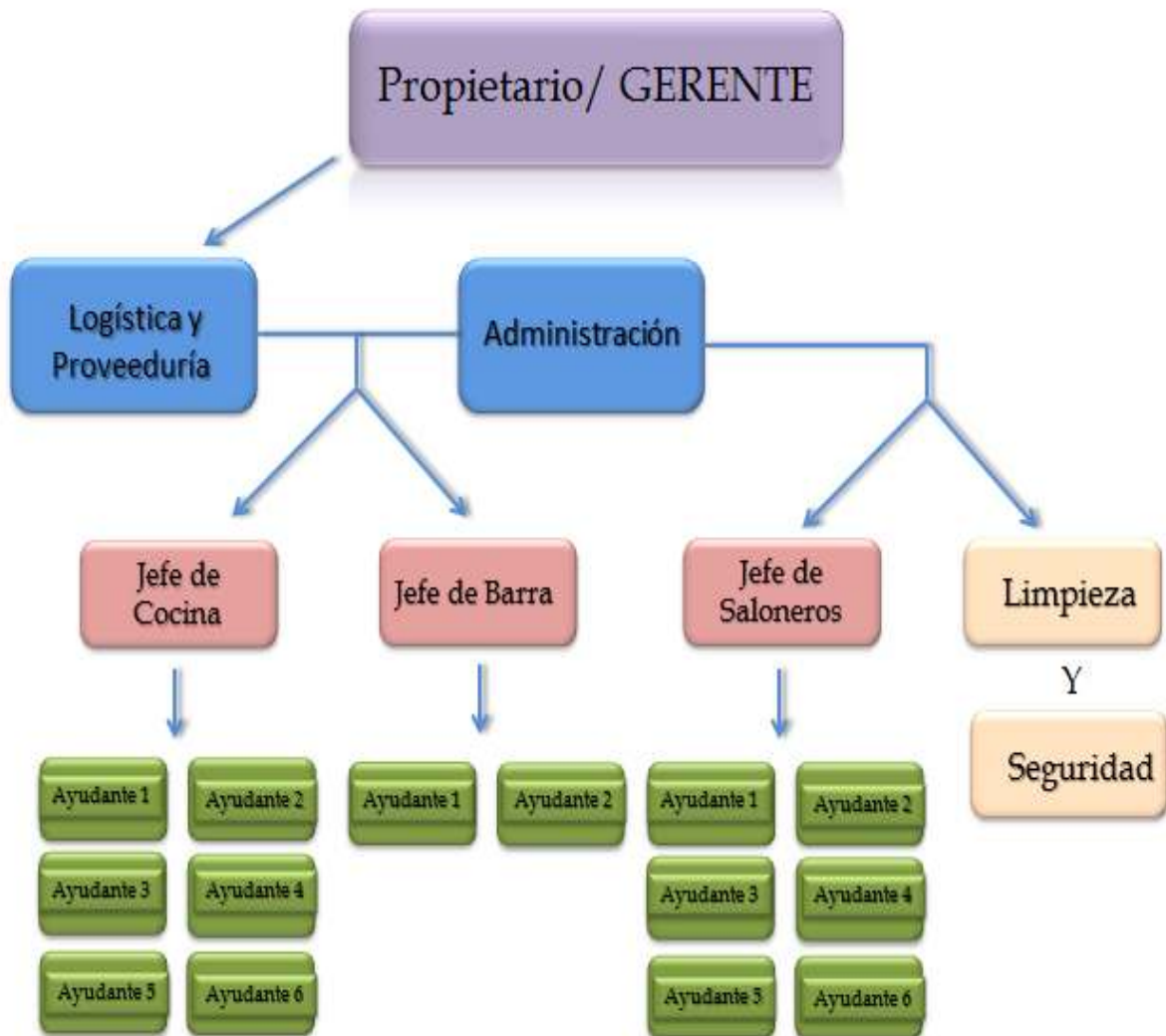


Figura 2.6: Organigrama del Bar & Restaurante los Potreros y Sala de Eventos Los Potreros.  
Fuente: Propia.

## 2.7 Marco Teórico del objeto de estudio

Como ya se ha mencionado, el presente trabajo tiene 3 diferentes enfoques de trabajo. Uno de ellos direccionado a la eliminación de malas prácticas de trabajo y la utilización de la teoría eléctrica para el correcto dimensionamiento de los materiales por utilizar.

Aunque este primer enfoque no tiene una componente importante de investigación como si se tiene en los restantes dos, es importante recordar algunas leyes indispensables que se deben seguir para conseguir este primer paso:

### 2.7.1 Ley de Ohm

Como es conocido la ley de Ohm establece una relación entre la corriente eléctrica o flujo de carga, el voltaje o diferencia de potencial y la resistencia u oposición al flujo de electrones a través de una determinado material.

Esta relación se ejemplifica con el siguiente diagrama y las siguientes ecuaciones, en donde la intensidad (I) está representada por el color azul, el voltaje (V) por el color verde y la resistencia (R) por el color rojo.

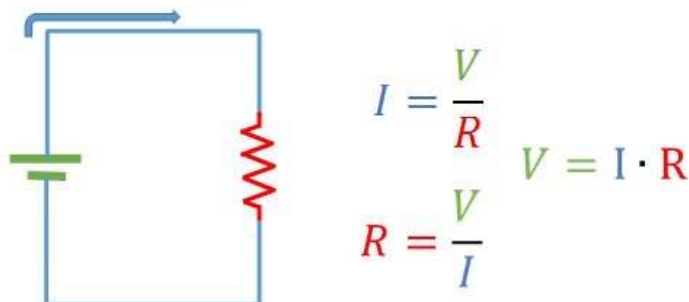


Figura 2.7: Diagrama y fórmulas que conforman la ley de Ohm.  
Fuente: <https://hetpro-store.com/TUTORIALES/ley-de-ohm/>

La primera ecuación permite calcular la intensidad del circuito. El voltaje es directamente proporcional por lo que, si este aumenta la intensidad aumenta. Por otro lado, la resistencia es inversamente proporcional dado esto, si la resistencia aumenta, la corriente disminuye.

La ecuación del voltaje muestra cómo ambas variables, tanto la corriente como la resistencia son directamente proporcionales. De esta forma si alguna de las dos o ambas aumentan o disminuyen, de la misma forma el diferencial de tensión lo hace.

La tercera y última ecuación muestra el comportamiento de la resistencia. Al ser esta directamente proporcional al voltaje, aumenta o disminuye según lo hace este último. La corriente por su parte es inversamente proporcional, por lo que la resistencia se incrementa o decrece de la misma forma que la intensidad lo hace.

### **2.7.2 Ley de Watt**

En el mundo moderno, el consumo de potencia eléctrica crece día con día y con ello el gasto energético así como su costo.

Para diseños nuevos o remodelaciones eléctricas es una variable fundamental y debe estar presente en todo momento, debido a que todo equipo, electrodoméstico o maquinaria consume potencia.

La potencia eléctrica es directamente proporcional a la corriente y al voltaje, por lo que aumenta y disminuye de la mano de estas variables.

La resistencia por su parte es inversamente proporcional cuando se calcula de la mano del voltaje. Este último elevado al cuadrado.

Cuando el cálculo se da respecto a la corriente elevada al cuadrado, la resistencia es directamente proporcional a la potencia.

Dado esto podemos establecer una relación entre las variables de la ley de Ohm y la ley de Watt.

La siguiente imagen resume las posibles ecuaciones que se pueden utilizar:

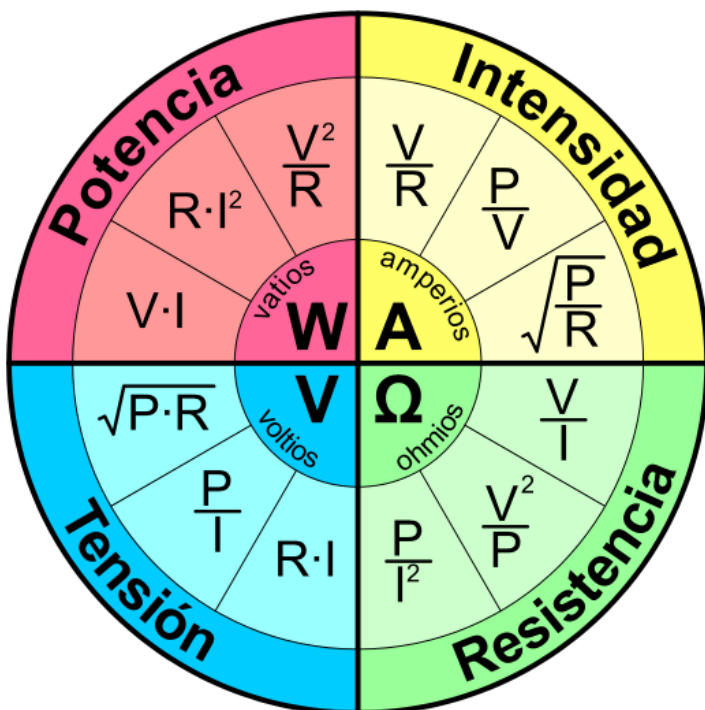


Figura 2.8: Integración de la ley de Watt con la ley de Ohm.  
Fuente: <https://tallerelectronica.com/2015/03/07/la-ley-de-ohm-con-ejemplos-practicos/>

### 2.7.3 Ley de Joule.

Cuando se genera calor en un conductor eléctrico debido al flujo de electrones a través de él, este calor representa el consumo de parte de la potencia eléctrica destinada para el trabajo inicial.

Este calor es directamente proporcional a la resistencia por la corriente al cuadrado y por el tiempo que dura esa corriente, como se muestra en la siguiente ecuación:

$$Q = I^2 * R * t$$

Habiendo repasado estas 3 leyes se abordará la investigación enfocada en soluciones de fácil implementación y bajo presupuesto para, la reducción del consumo eléctrico y el impacto ambiental.

La iluminación por ejemplo, es un factor primordial en todo comercio y dependiendo del tipo de luminarias y la ubicación en la que se encuentren pueden representar un gasto representativo.

Según el boletín de PyME Energy CheckUp, dependiendo de la zona en la que se ubique un restaurante, la iluminación representa entre el 9% y el 11% de la energía eléctrica consumida por el comercio.

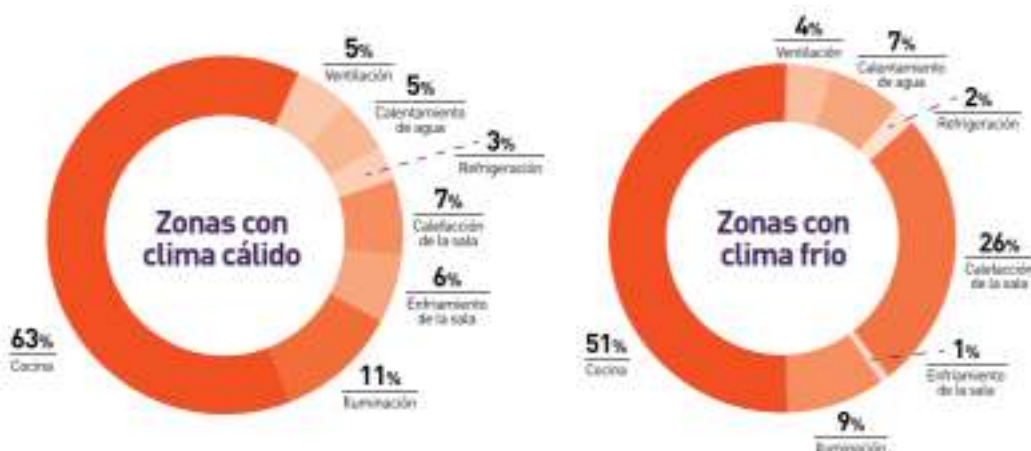


Figura 2.9: Estudio de consumo energético en el sector español realizado por Greenpeace.  
Fuente: [http://energycheckup.eu/uploads/media/Bar\\_Restaurants\\_Brochure\\_SPAIN.pdf](http://energycheckup.eu/uploads/media/Bar_Restaurants_Brochure_SPAIN.pdf)

#### 2.7.4 Lámparas tipo Led

La iluminación Led abarca cada vez más el mercado costarricense, y según la agencia AFP, en diario el financiero en su edición del 25 de diciembre del 2016 “las fuentes de luz LED –tecnología de luz sostenible que comenzó a desarrollarse hace poco más de 15 años en el mundo– es hoy una de las preferidas de los comercios, industrias y clientes residenciales que buscan ahorro y sostenibilidad” (AFP, El Fianciero, 2016, pár 1)

Según esta misma edición, la sustitución de iluminación tradicional por iluminación LED, puede representar un ahorro en consumo eléctrico que va desde el 50% y hasta el 80%.

Otro aspecto importante de este tipo de luminarias, es que su vida útil aumenta considerablemente, en comparación con las luminarias de tipo incandescentes o bien fluorescentes.

Según el AFP, “un bombillo de tecnología LED puede durar hasta 25 veces más de lo que dura un bombillo normal” (AFP, El Fianciero, 2016, par 6), convirtiéndose no solo en una medida de ahorro inmediata sino, en una inversión a largo plazo.

Pero ¿qué es realmente un LED? Según la guía sobre tecnología LED en alumbrado publicada en la página web de Fenercom (Fundación de la energía de la comunidad de Madrid, España), “Un LED (light emitting diode) es un dispositivo semiconductor que emite luz cuasi-monocromática cuando se polariza de forma directa y es atravesado por una corriente eléctrica” (Guía sobre tecnología LED en alumbrado, Fenercom.com, pág 19, par 1)

Esto, en pocas palabras quiere decir que este semiconductor puede emitir luz, cuando una corriente eléctrica lo atraviesa desde su terminal posita hasta su terminal negativa, eliminando todas aquellas tecnologías anteriores que contemplaban, filamentos, gases inertes, cerramientos en vidrio, entre otros.

Otro aspecto muy importante, siguiendo la línea de ahorro energético, es que las luminarias de tipo LED no generan calor mientras están en funcionamiento, lo cual erradica la pérdida de energía eléctrica en energía calórica presente en luminarias convencionales.

Algunas de las ventajas de la utilización de lámparas tipo LED según la guía sobre tecnología LED en alumbrado son:

- Tamaño reducido de las luminarias.
- Mayor resistencia contra golpes en comparación con lámparas tradicionales.
- Una vida útil mucho mayor a la de las luminarias convencionales.
- Poca potencia consumida para su funcionamiento.
- No irradian luz ultravioleta o infrarroja que deteriore los materiales expuestos a la luz.
- Disponibilidad de una alta gama de colores.

Gracias a este tipo de tecnologías hoy en día es posible reducir el consumo energético de los diferentes establecimientos, incrementar la vida útil de las luminarias en las cuales se invierte y como una medida de comodidad, es posible adaptar los diferentes diseños a los tamaños o colores que el inversionista prefiera.

Pero ¿cuál es el costo de una luminaria tipo LED, en comparación con lámparas convencionales? Según Alberto Carbajal, gerente de Tecno Lite Costa Rica, en el diario el financiero en su edición del 25 de diciembre del 2016, para el 2017 el costo de una luminaria tipo LED se equiparó con el de una luminaria convencional.

Carvajal también comentó que en ese año, las ventas de este tipo de tecnología representaron un 50% de los ingresos total de la compañía.

Como se puede apreciar, existe una justificación importante para la utilización de iluminación tipo LED, ofreciendo múltiples ventajas, mayor aprovechamiento de la inversión y una reducción considerable en el consumo energético.

La siguiente imagen tomada del sitio [wed.sozialize.me](http://wed.sozialize.me), resume las ventajas a nivel de consumo eléctrico, costo por año y vida útil de las diferentes tecnologías de iluminación presentes en el mercado.



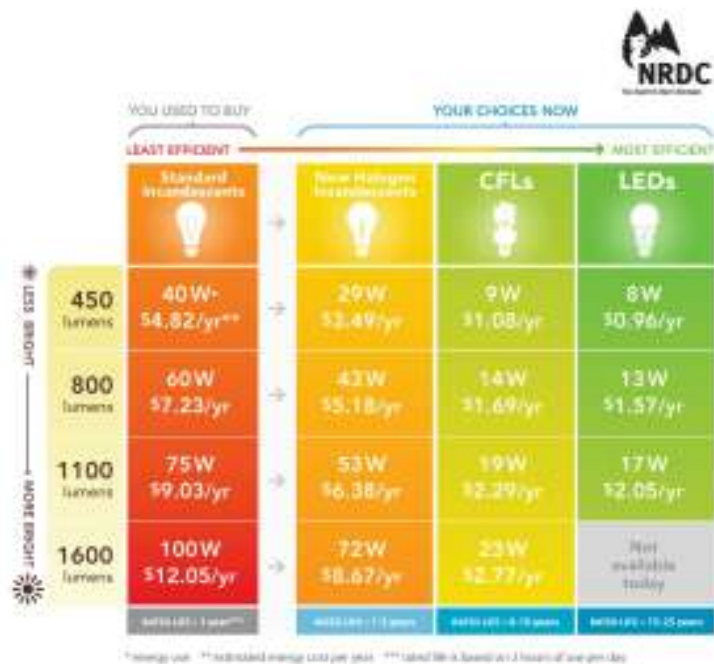


Figura 2.10: Comparativo de consumo, costo y vida útil de las tecnologías de iluminación.

Fuente: <http://www.sozialize.me/44491/fluorescent-light-lumens-chart/excellent-fluorescent-light-lumens-chart-28-fluorescent-tube-light-lumens-chart-the-chart-below-for/>

### 2.7.5 Sensores de presencia para iluminación.

El segundo aspecto por considerar en el enfoque número dos planteado en el proyecto es la utilización de detectores de presencia para iluminación, en áreas como baños, oficinas, bodegas, exteriores, entre otras.

Iniciando con su definición, un sensor de presencia es un dispositivo que identifica la ocupación de un determinado espacio o recinto por personas, para efectos del presente proyecto, y permite encender las luminarias de esa área mientras continúa percibiendo ocupación.

Regularmente están dotados de un temporizador y un interruptor automático, el primero para mantener la luminaria encendida durante un cierto período posterior a la última detección y el segundo para los encendidos y apagados de dicha luminaria.

El ingeniero Raúl González, especialista en auditorías energéticas, en su publicación del 29 de septiembre del 2013 en sitio web [twenergy.com](http://twenergy.com) expresa que con detectores de presencia “con un buen ajuste de los parámetros, se pueden conseguir ahorros como los siguientes: desde el 40% al 46% en aulas, 13% a 50% en oficinas, del 30% a 90% en vestuarios, del 22% a 65% en salas de reunión, del 30% a 80% en pasillos, del 45% a 80% en almacenes” (R, González, [twenergy.com](http://twenergy.com), 2013, párr. 3)

Por otra parte, el fabricante eléctrico bticino, en su guía de manejo de iluminación, y basado en la normativa de eficiencia energética UNI EN 15193 expresa que “con una tasa de retorno de la inversión que oscila entre los 6 meses y 5 años, la administración de la iluminación se convierte en una de las fórmulas más viables de inversión en el mercado” ([bticino.cr](http://bticino.cr), lighting management, UNI EN 15193)

Adicionalmente, existen diferentes tecnologías de detectores que facilitan su instalación en múltiples ambientes, lo cual convierte la utilización de sensores de presencia para iluminación en una alternativa rápida y eficiente para el ahorro de energía eléctrica y la comodidad de las personas.

#### **2.7.6 Sensor infrarrojo pasivo**

“El sensor infrarrojo pasivo se activa en función de cambio de energía en el rango del infrarrojo” ([bticino.cr](http://bticino.cr), lighting management, pag. 20)

Tal y como lo define este fabricante, un detector de tecnología infrarroja tiene la capacidad para detectar energía en el rango del infrarrojo, como por ejemplo la emitida por el cuerpo humano.

El sensor establece una referencia entre el entorno en el que se ubica y la energía que emana un cuerpo que ingresa al recinto, y con base en esta diferencia, gestiona el encendido de las luminarias.

Es importante destacar que como una tecnología que trabaja a través del censado de calor en el ambiente, necesita tener una interacción directa con el cuerpo a detectar. De lo contrario pierde precisión en su trabajo y podría gestionar falsos encendidos o bien apagados indeseados.

Adicionalmente, como el sensor es sensible a radiación térmica es recomendable que esté instalado lejos de ventanales o entradas directas de luz solar, así como de ventilas de aire acondicionado.



Figura 2.11: Detección por sensor con tecnología infrarrojo pasivo.  
Fuente: <http://www.iluminatronics.com/funcionamiento-de-un-sensor/>

### 2.7.7 Sensor ultrasónico

“El sensor ultrasónico emite una onda sonora que llena el espacio donde opera, midiendo el tiempo necesario para que la onda retorne como un eco” (bticino.cr, lighting management, pag. 20)

Este tipo de sensor está diseñado para trabajar en ambientes donde los obstáculos son comunes, y gracias a la retorno de esta onda sonora, el sensor puede determinar si algo o alguien se mueve dentro del recinto.

Es recomendable utilizar este tipo de sensor en recintos cerrados, para evitar falsos encendidos por detección de personas que transiten por puertas o ventanas abiertas.

Finalmente, este tipo de sensor no debe colocarse en superficies que presenten algún tipo de vibración, ya que esto distorsionaría la capacidad de censado del mismo, afectando su desempeño.



Figura 2.12: Detección por sensor con tecnología ultrasónica.

Fuente: <http://www.iluminatronics.com/funcionamiento-de-un-sensor/>

### 2.7.8 Sensor de doble tecnología

“El sensor de doble tecnología mezcla las características técnicas de los previamente indicados en modalidad Y/O, para lograr la máxima flexibilidad para su utilización en ambientes donde la presencia de personas o configuración del espacio en la zona a cubrir varía con el transcurso del tiempo” (bticino.cr, lighting management, pag. 20)

Según el ingeniero Raúl González, especialista en auditorías energéticas, en su publicación del 29 de septiembre del 2013 en sitio web [twenergy.com](http://twenergy.com), los sensores de doble tecnología son los más avanzados, permitiendo combinar ambas funcionalidades para una detección más precisa y con menor números de fallas.

Dado esto, este tipo de detector permite la configuración independiente de cada tipo de tecnología, aumentando o disminuyendo el alcance en cada caso, según lo que se necesite, permitiendo condicionar el encendido de las luminarias a una doble detección.

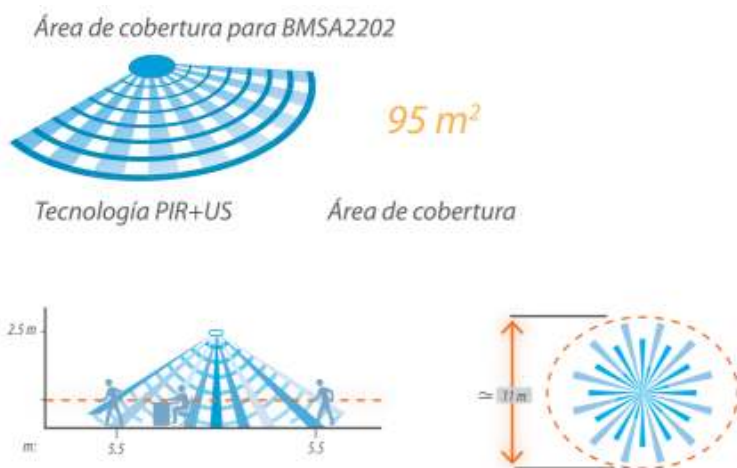


Figura 2.13: Representación de cobertura de un sensor de doble tecnología de la línea Switch Sensor de Bticino.

Fuente: [http://www.bticino.cr/catalogos/catalogo\\_lightingmanagement.pdf](http://www.bticino.cr/catalogos/catalogo_lightingmanagement.pdf)

### 2.7.9 Fuentes de alimentación ininterrumpidas

Según el NFPA 70 y Código Eléctrico Nacional Edición 2014, una fuente de alimentación ininterrumpida es “una fuente de alimentación utilizada para brindar alimentación de corriente alterna a una carga durante un periodo de tiempo en el caso de una falla eléctrica” (Código Eléctrico Nacional, Edición 2014, pág. 38)

Adicionalmente el código menciona que este tipo de equipos brindan un voltaje y una frecuencia con mayor estabilidad a la carga conectada, reduciendo con esto la probabilidad de equipos dañados por variaciones de estas magnitudes.

Cabe destacar que este tipo de equipo está diseñado para trabajar a cargas y condiciones específicas, por lo que ningún producto es apto para todas las aplicaciones.

El cálculo de la potencia y el tipo de equipo a soportar es un dato fundamental para el dimensionamiento de la unidad o unidades a colocar en el establecimiento.

#### **2.7.10 Sistemas eco-amigables**

Un sistema eco-amigable, independientemente del área de trabajo en que se desarrolle, se puede definir como aquel que no afecta o es perjudicial para el medio ambiente.

Sin embargo, toda aquella tarea que necesite una materia prima para desempeñarse, tiene o tuvo por consiguiente un impacto ambiental para su desarrollo y es aquí donde la iniciática de sistemas eco-amigables promueve el menor impacto posible al ambiente su proceso productivo.

#### **2.7.11 Energías renovables**

La licenciada Marta Calvo, experta en ecología, describe las energías renovables a través del sitio web [twenergy.com](http://twenergy.com) como “la alternativa más limpia para el medio ambiente. Se encuentran en la naturaleza en una cantidad ilimitada y, una vez consumidas, se pueden regenerar de manera natural o artificial” (M. Calvo, [twenergy.com](http://twenergy.com), 2012, par. 1)

Este tipo de energías permiten el desarrollo de múltiples actividades con un impacto casi nulo para el medio ambiente, pero ¿qué tanto se utilizan en nuestro país?

Según la Presidencia de la República de Costa Rica en su comunicado del 3 de abril de 2017, Costa Rica supera 99% de generación renovable en primer trimestre de 2017, distribuido de la siguiente forma:

<b>Generación eléctrica en Costa Rica</b>	
<b>Primer trimestre de 2017</b>	
<b>Total: 2.744,41 GWh</b>	
<b>Renovable</b>	
<b>Agua</b>	69,3%
<b>Viento</b>	16,2%
<b>Geotermia</b>	11,2%
<b>Biomasa</b>	2,2%
<b>Sol</b>	0,16%
<b>Total renovable:</b>	<b>99,06%</b>
<b>No renovable</b>	
<b>Búnker y diésel:</b>	0,94%
<b>Absoluto:</b>	<b>100%</b>
* Datos preliminares del Centro Nacional de Control de Energía (CENCE), ICE al 31 de marzo de 2017.	

Tabla 2.3: Generación eléctrica de Costa Rica en el primer trimestre del 2017.  
Fuente: <http://presidencia.go.cr/comunicados/2017/04/costa-rica-supera-99-de-generacion-renovable-en-primer-trimestre-de-2017/>

Este tipo de información confirma imponentemente que el país está enfocado en la producción de energía a través de fuentes limpias lo cual, mantiene la línea planteada para el presente proyecto.

Por otra, el que un país como Costa Rica produzca prácticamente toda su energía eléctrica a base de fuentes renovables es una carta de presentación y un ejemplo por seguir por los demás países.

Esto especialmente después de firmado el acuerdo de París en el año 2015, en donde se proponía conseguir que el planeta no supere los 14°C.

Lamentablemente, según el sitio web grandesmedios.com en su publicación del 16 de enero del 2017, El Foro Económico Mundial, basado en un estudio reciente realizado en 30 países, establece que el mayor impedimento para la utilización de energías limpias son las diferentes administraciones de los gobiernos y las clases políticas.

Sin embargo, ya es posible visualizar el cambio. Según el mismo medio, países como Estados Unidos han impuesto una tendencia en términos de aprovechamiento de energía solar.

Durante el año 2016, este país instaló aproximadamente 125 paneles solares cada minuto, para un producción de energía cercana a los 11.2 Giga Watts, aproximadamente 3 veces más que Costa Rica.

Sin embargo, la diferencia en las superficies de ambos países así como la población, comparado con la producción de energía eléctrica a través de energía solar nos coloca en una mejor posición.

### **2.7.12 Energía Solar**

La energía solar es una fuente energía que proviene del sol, que es inagotable o renovable y, que se puede aprovechar para producir electricidad y otros tipos de energía como calor.



Según el sitio web [twenergy.com](http://twenergy.com), en su apartado de energía solar, podemos captar y dividir este tipo de energía de diferentes maneras.

La energía fotovoltaica, es aquella que aprovecha la energía del sol y la transforma en energía eléctrica a través de paneles solares.

Por otra parte está la energía foto térmica, en donde la energía solar es captada por colectores solares y transferida a otros medios en forma de calor. Esta última es comúnmente utilizada en el calentamiento de agua.

Pero independientemente del tipo de energía solar utilizada, ¿se conoce realmente cuánta de esta energía es aprovechada a nivel mundial?

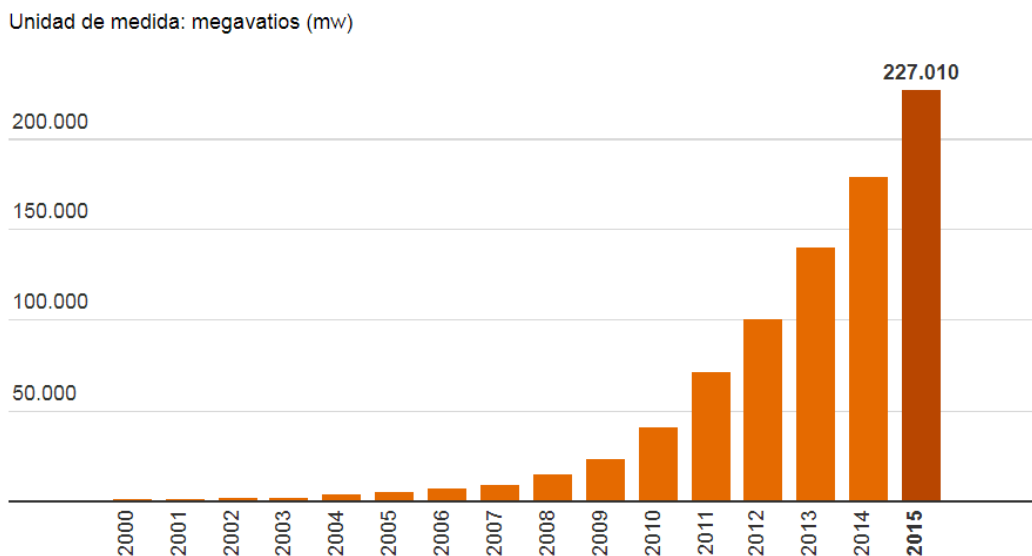


Figura 2.14: Crecimiento mundial de la capacidad de la energía solar.  
Fuente: Agencia Internacional de energías renovables (IRENA)

De acuerdo con la figura 2-13 y basada en la información suministrada por la Agencia Internacional de Energías Renovables para el año 2015 existía una capacidad de recolección de 227,000 MWatts.

Esta tendencia de utilización de energías renovables crece día con día y según el diario El Espectador en su apartado de Medio Ambiente, publicado el domingo 8 de enero del 2018, “la capacidad de energía solar fotovoltaica creció un 50% el año pasado convirtiéndose en la fuente de energía que más rápido creció, superando incluso al carbón. China, según el informe anual de la Agencia Internacional de Energía, fue el gran motor de esta expansión aportando la mitad de la expansión” (Redacción VIVIR, El Espectador, 2018, pár. 1)

### **2.7.13 Paneles Solar**

Según uno de los representantes de soluciones solares en Costa Rica, PURASOL “un panel solar consiste en células que convierten la luz del sol en electricidad”. (Purasol, sf, párr. 2)

Adicionalmente, a nivel de soluciones solares se cree erróneamente que el panel solar debe estar caliente para una mayor efectividad sin embargo, este fabricante también aclara que el calor por el contrario va en detrimento de la eficiencia del mismo. (Ver anexo #5)

### **2.7.14 Inversor de corriente en sistemas de energía solar.**

Como fue estudiado en distintos cursos a través de carrera universitaria, un inversor es un dispositivo eléctrico que permite transformar un voltaje de entrada en corriente continua o directa a un voltaje de salida en corriente alterna.

Un inversor utilizado en sistemas de energía solar básicamente, es el encargado de tomar aquella energía eléctrica producida por los paneles solares en corriente directa y transformarla a corriente alterna, esto con fin de ser aprovechado por los electrodomésticos de nuestra casa o comercio, los cuales funcionan con este tipo de corriente.

Existen dos grandes grupos de inversores para la utilización de la energía de paneles solares. Los inversores centralizados, reciben la energía de toda la granja solar y por tanto son de mayor capacidad y tamaño.

Este tipo de inversor, llegado el momento el que su vida haya terminado interrumpe la productividad de la granja solar o las zonas de la granja solar que entreguen energía a través suyo.

Por parte y los inversores individuales, tienen un rendimiento individual por panel, lo que permite que sean más pequeños, de menor capacidad y especialmente que ofrezcan una mayor operatividad al sistema en general ya que en caso de falla solamente quedaría fuera de operación el panel solar asignado a dicho inversor. (Ver anexo #6)

### **2.7.15 Sistemas Independientes**

Las soluciones solares independientes son aquellas que trabajan sin ningún tipo de conexión con la red eléctrica nacional. Dado esto no tienen ningún vínculo legal con el proveedor de servicios públicos de la zona, ni están en la obligación de compartir la energía que se produce.

Por otra parte, al no estar interconectado con el exterior, su funcionamiento depende totalmente de sí mismo lo cual, le otorga autonomía ante cortes del fluido eléctrico.

Aunque estas ventajas sugieren que la solución independiente es la más efectiva, existen algunos inconvenientes con el mantenimiento, complejidad de instalación y vida útil de este tipo de sistemas que deben tomarse en cuenta.

El componente más sensible en este tipo de sistema es la batería, la cual requiere mayor mantenimiento que un sistema sin baterías, el costo asociado a la

compra de las mismas es elevado y especialmente se convierte en un desecho altamente contaminante al final de su vida útil.

El sistema independiente es una solución efectiva en lugares donde no existe conexión con la red eléctrica nacional y por tanto las baterías son estrictamente necesarias para el almacenamiento de la energía.

Es importante tomar en cuenta que durante los días nublados o bien de noche, el sistema no va a ser respaldado por una red local y solamente se podrá aprovechar la carga que reste en el banco de baterías.

Costa Rica Solar Solutions, otro de los representantes de soluciones solares en Costa Rica ejemplifica el ciclo de funcionamiento de un sistema solar independiente con la siguiente imagen.

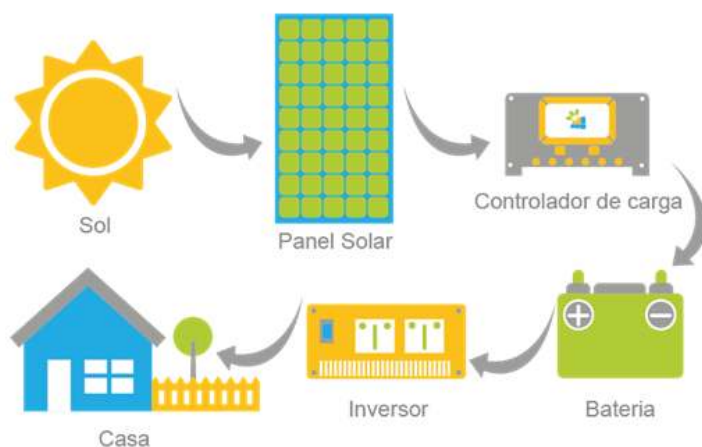


Figura 2.15: Ciclo de funcionamiento de un sistema solar independiente.  
Fuente: Costa Rica Solar Solutions.

### **2.7.16 Sistemas interconectados a la red nacional.**

Según el Código Eléctrico Nacional de Costa Rica (NEC), un sistema interactivo o interconectado es aquel que “funciona en paralelo con una red de generación y distribución de energía eléctrica a la que puede alimentar” (NEC 2014, pag 70-610, parr 16)

Esto quiere decir que el sistema interconectado a diferencia del sistema independiente o autónomo, permite aprovechar la energía producida para alimentar la carga demanda en un cierto momento por el comercio y que, si la producción es mayor a la demanda, esta energía de más puede inyectarse a la red eléctrica nacional.

Posteriormente se ampliará en los aspectos legales que acompañan el suministro de energía a la red pública sin embargo, es claro que existe un beneficio al utilizar un red nacional como almacenamiento para una parte de la energía que se produce y que no se utiliza en el momento.

Adicionalmente, como este sistema tiene comunicación bidireccional con la red pública, en el momento en el que la producción de energía por parte de la granja solar sea menor a la carga demandada por el negocio, el sistema permite obtener la diferencia del sistema nacional, permitiendo así que el comercio no se detenga por falta de energía eléctrica.

La siguiente es una representación de un sistema fotovoltaico interconectado, obtenido del sitio web brasileño [www.mmsolar.com](http://www.mmsolar.com).

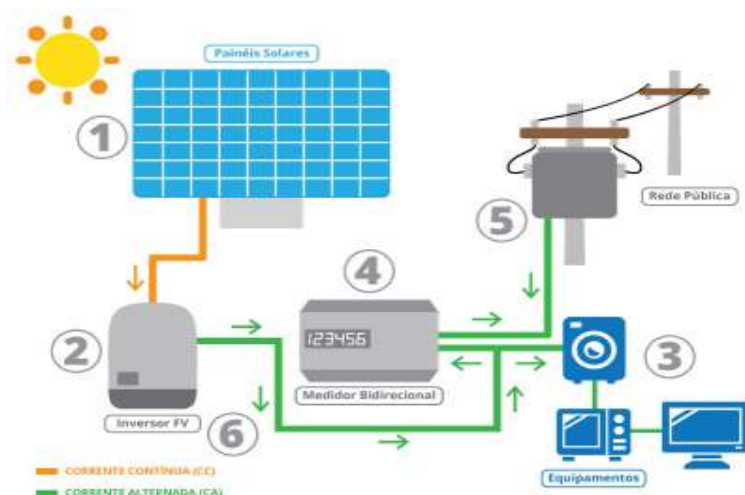


Figura 2.16: Sistema Fotovoltaico interconectado a la red.

Fuente: <https://www.mmsolar.com.br/single-post/2017/01/24/O-que-%C3%A9-um-Sistema-Fotovoltaico>.

### 2.7.17 Empresa de Servicios Públicos de Heredia. Marco legal.

El Bar y Restaurante Los Potreros está ubicado en San Isidro de Heredia, zona atendida a nivel de servicios públicos por la Empresa de Servicios Públicos de Heredia (ESPH), entidad encargada de regular también las implementaciones de sistemas de generación distribuida.

Dicha entidad define un sistema la generación distribuida como: “una iniciativa que le permite producir la energía que consume e intercambiar el 49% del excedente de su generación mensual a las redes de la ESPH, para ser utilizado el mes siguiente y así, disminuir su facturación mensual” (ESPH, Generación Distribuida, párr. #1)

Es importante tomar en cuenta el porcentaje del excedente de energía que es permitido intercambiar con la compañía ya que, erróneamente se puede pensar que el intercambio es lineal, recibiendo de esta forma un 100% de la energía entregada a la red, cuando realmente el porcentaje permitido es solamente de un 49%.

Este porcentaje resalta la necesidad de diseñar un sistema ajustado a la demanda actual del comercio y tomando en consideración la horas útiles del día en las cuales el local consume energía, tornando el sistema solar más eficiente y costo efectivo.

Por otra parte a nivel legal, la ESPH rige sus políticas bajo el Decreto Ejecutivo 39220-MINAE, así como la norma AR-NTSUCOM de Aresep, sobre las reglas técnicas de interconexión de sistemas de generación distribuida.

Dado esto, todo sistema de esta índole que se desee implementar debe estar apegado a la reglamentación expuestas en estas documentos, así como en las normas internas del la ESPH.

Respecto al tipo de energía que es posible explotar bajo los lineamientos de la ESPH, se encuentran los siguientes:

- Energía de sol
- Energía del viento
- Biomasa
- Energía del agua
- Calor natural

El presente proyecto pretende la utilización de energía solar, esto debido a que respecto a las anteriormente mencionadas, es una de las pocas con posibilidad de explotación en la ubicación espacial del local.

La ESPH establece un procedimiento que exigen una serie de requisitos para la instalación de un sistema de generación distribuida. Los mismos se indican a continuación:

- Completar el formulario “Solicitud de Estudio de Disponibilidad y Reserva de Capacidad” y entregarlo en la Plataforma de Servicios. El formulario estará disponible en la página Web. (Ver anexo #3 y #4)
- La ESPH realizará el estudio de disponibilidad de capacidad técnica y emitirá su criterio. Si hay costos adicionales para mejoras en la red de distribución, se le informará al cliente ya que este deberá asumir los costos. La disponibilidad tiene una vigencia de tres meses.
- El cliente escogerá los equipos de generación de acuerdo con la disponibilidad entregada, deberá cumplir con el Estudio de Viabilidad Técnica; llenará la solicitud de dicho formulario y lo entrega en la Plataforma de Servicios con los requisitos completos. Aquí, deberá cancelar el costo respectivo al estudio.
- La ESPH verificará que los equipos cuenten con los certificados respectivos y cumplan con los requisitos. Además la ubicación correcta del medidor de generación.
- La ESPH realizará estudios de protecciones y estabilidad en los casos que sea necesario.
- Si el estudio es positivo, se suscribirá el contrato de interconexión entre el cliente y la ESPH.
- El cliente cancelará el costo de las inspecciones y pruebas de puesta en marcha, así como el costo de los sistemas de medición
- El cliente es responsable de construir el proyecto de acuerdo con la normativa y dentro del plazo establecido y notificará a la ESPH para su inspección final.



- Con el aval se definirán las pruebas de puesta en marcha y cambio de medidores.
- El cliente podrá solicitar el realizar pruebas previas a la revisión únicamente con autorización de la ESPH.
- Aprobadas las pruebas de puesta en marcha se instalará el medidor de generación y el medidor bidireccional.
- La lectura de los medidores determina:
  - a) Energía Producida (EP)
  - b) Energía Depositada en la Red de Distribución (ED)
  - c) Energía Retirada de la Red de Distribución (ER) (Demanda Máxima cuando aplique)
- A partir del inicio de la generación, se facturará según corresponda y se guardará un control de los excedentes depositados.
- Anualmente se realizará una liquidación de los excedentes y el acumulado se pondrá en cero.

(Tomado de la página web de la Empresa de Servicios Públicos de Heredia, Generación Distribuida, Procedimiento)

Todas aquellas inspecciones y estudios realizados por la ESPH tienen un costo, que deberá ser asumido por el cliente final. La siguiente es una lista de costos por etapa y capacidad del sistema de generación distribuida a instalar:

<b>Costos por Etapa y Capacidad de Sistema de Generación.</b>						
	<b>Menor 10 KVA</b>	<b>Mayor 10 KVA</b>	<b>Mayor 10 KVA con mejora de red</b>	<b>Mayor 50 KVA y Menor 100 KVA</b>	<b>Mayor 50 KVA y Menor 100 KVA con mejora de red</b>	<b>Sistemas Mayores 100 kVA</b>
Estudio de disponibilidad y reserva de capacidad.	€18,000.00	€27,000.00	€27,000.00	€33,000.00	€33,000.00	€51,000.00
Estudio viabilidad técnica en baja tensión	€24,000.00	€26,000.00	€48,000.00	€35,000.00	€56,000.00	**
Inspección de Verificación	€24,000.00	€42,000.00	€42,000.00	€42,000.00	€42,000.00	**
Pruebas y Puesta en Marcha	€47,000.00	€66,000.00	€65,000.00	€75,000.00	€75,000.00	**
<b>Total</b>						

\*\* Costo se define en el **Estudio de disponibilidad y reserva de capacidad.**

Tabla 2.4: Costos por etapa y capacidad para sistemas de generación distribuida.

Fuente: <https://www.esph->

[sa.com/site/sites/default/files/costos\\_por\\_etapa\\_y\\_capacidad\\_de\\_sistema\\_de\\_generacion.pdf](https://www.esph-sa.com/site/sites/default/files/costos_por_etapa_y_capacidad_de_sistema_de_generacion.pdf)

### 2.7.18 Calentador de agua solar.

Utilizar las energías limpias para calentar agua es otro método de ahorrar y ser más amigables con el ambiente y aunque el método es diferente al de la producción de energía eléctrica, es posible utilizar la energía solar para este fin.

Un calentador de agua utiliza el calor producido por los rayos solares para calentar un colector que, está en contacto con el agua almacenada en un pequeño tanque y que posteriormente puede suplirse a la vivienda, hotel o negocio según sea la necesidad.

Este tanque recibe agua fría que viaja hasta la base del colector y conforme se calienta y pierde densidad empieza a ascender por el colector hasta retornar al tanque en la parte superior.

La siguiente es una imagen que ilustra el funcionamiento de un calentador de agua solar, obtenida del sitio web [www.aerosolarmexico.com](http://www.aerosolarmexico.com)



Figura 2.17: Funcionamiento de un calentador de agua.

Fuente: <https://www.mmsolar.com.br/single-post/2017/01/24/O-que-%C3%A9-um-Sistema-Fotovoltaico>.

### **2.7.19 Planta eléctrica de emergencia a base de combustibles fósiles.**

Según el sitio web [www.luzplantas.com](http://www.luzplantas.com), una planta eléctrica de emergencia es “una maquinaria compleja la cual permite abastecer de electricidad a un local (casa, oficina o empresa) en caso de que el suministro de corriente falle parcial o totalmente. Una planta de emergencia es básicamente un generador eléctrico u otros sistemas para generar y almacenar energía para un plazo medio o largo” (Plantas Eléctricas, Información de generadores y equipo industrial, párr. 1, 2013)

Para el presente proyecto, una planta eléctrica de emergencia a base de combustibles fósiles, no es considerada en sí misma como un elemento amigable con el ambiente sin embargo, y buscando la continuidad total del servicio eléctrica del local en cuestión, es importante incluirla dentro de las posibles inversiones.

Se debe recordar que la planta de emergencia únicamente funciona y contamina en aquellos escenarios en los que ni el sistema de generación distribuida, ni la red eléctrica nacional tienen la capacidad de alimentar la demanda del comercio.

### **2.7.20 Interruptor de transferencia automático. (ATS)**

La planta eléctrica de emergencia, regularmente es comandada por un interruptor de transferencia automática que, en el momento en el que se presenta un fallo en fluido eléctrico, realiza la conexión con la planta eléctrica de emergencia y a su vez, interrumpe la red eléctrica principal.

Este interruptor también puede ser manual pero, en búsqueda de un sistema autónomo con el menor riesgo físico para los colaboradores del comercio así como para el propio equipo la recomendación es la opción automática.

El integrador eléctrico de origen colombiano Velázquez Ingenieros Asociados, expone las funciones de un interruptor de transferencia automático:

- Censa el voltaje suministrado por la electrificadora y desconecta el sistema del suministro normal en caso de falla por: Bajo voltaje, Alto voltaje, Falta de fase Inversión en la secuencia de fases.
- Ordena que el arrancador automático de la planta de emergencia, la haga funcionar.
- Conecta el sistema al suministro de emergencia, una vez la planta se encuentre generando normalmente y el voltaje no sea, ni alto ni bajo.
- Pasa de nuevo la carga al suministro normal, cuando este se restablezca.
- Permite que la planta de emergencia trabaje un rato en vacío con el fin de que se enfríe.

El siguiente diagrama expone la conexión de un interruptor de transferencia automático y dos fuentes energía en estrada:

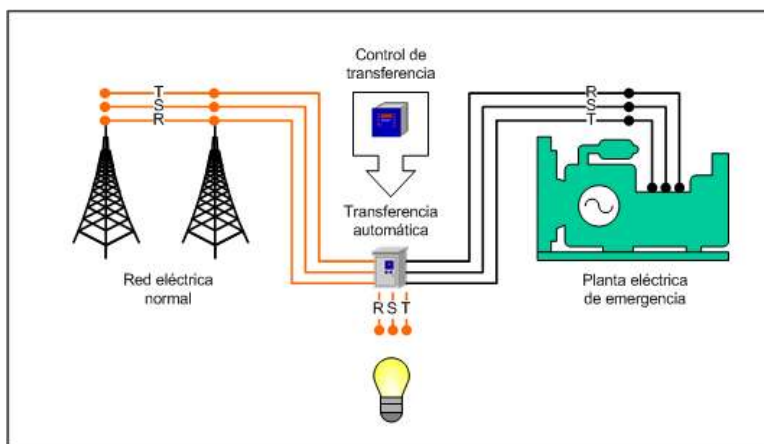


Figura 2.18: Diagrama de conexión de un ATS y dos fuentes de alimentación de entrada.

Fuente: [http://www.velasquez.com.co/paginas/control\\_de\\_transferencia.php](http://www.velasquez.com.co/paginas/control_de_transferencia.php)

## 2.8 Hipótesis

Durante el desarrollo del trabajo se ha estado trabajando de 3 enfoques diferentes. Siguiendo esta misma línea, podemos desglosar las posibles soluciones por cada enfoque, para el problema planteado en este proyecto.

El primer enfoque aborda todo aquel cambio o mejora que puede realizarse a la instalación eléctrica actual para eliminar el consumo adicional de energía por pérdidas, reflejado en energía calórica.

La posible solución a este problema puede iniciar con una sustitución de los conductores eléctricos distribuidos por los locales, sea por un tema de demanda de corriente eléctrica en ese punto o bien por un deterioro de cable.

Esta sustitución de conductores debe estar acompañada de la implementación de tuberías adecuadas según la legislación actual, para los tramos en los que no existe canalización.

Posterior a esto se deben sustituir los tomacorrientes del edificio que se encuentren en mal estado y aquellos en los que la demanda de corriente eléctrica es mayor a su capacidad.

Finalmente es necesario realizar un balance de las cargas existentes en cada centro de carga para optimizar la vida útil de los elementos eléctricos presentes en ellos, así como tener definido la capacidad de crecimiento a futuro de cada caja de disyuntores y, no incurrir en nuevas compras innecesarias.

El segundo enfoque considera la implementación de tecnologías existentes de rápida instalación y costos asequibles en las instalaciones actuales del negocio que, permitan optimizar el consumo eléctrico y el impacto ambiental.

Iniciando por la iluminación, una posible solución al problema planteado es la sustitución de aquellas luminarias de tipo incandescente y fluorescente con balastro por lámparas de tipo led.

La homologación de lámparas en una misma área como por ejemplo la cocina y la utilización de los reflectores que especialmente las de tipo tubo tienen, favorece la luminosidad del lugar, permitiendo utilizar menos luminarias o, no instalar adiciones.

Por otra parte, la utilización de sensores de presencia en zonas como baños, oficinas, bodegas entre otros, ayuda a consumir energía solamente cuando esta sea necesitada. Actualmente estas luminarias permanecen encendidas durante todo el horario laboral del comercio, alcanzando los fines de semana jornadas de hasta 15 horas.

Otra medida que aporta a la solución del problema es la implementación de fuentes de alimentación ininterrumpidas para aquellos equipos sensibles a variaciones de voltaje y frecuencia. Esta medida adicional permite extender la duración de estos activos, así como la inversión en nuevos equipos.

Por último, la implementación de un plan de mantenimiento en las cámaras de refrigeración y congelación propias del establecimiento, así como la solicitud de sustitución de las unidades en estado deficiente, que son suplidas por proveedores del local, es otra medida que colabora con la solución de problema.

El tercer enfoque y el más innovador se desarrolla en la utilización de energías limpias o renovables para alimentar la demanda actual y especialmente para contrarrestar el consumo de los futuros sistemas por implementar en el negocio.

La colocación de una red de paneles solares que permitan captar la energía del sol y convertirla en energía eléctrica para luego inyectarla a la red eléctrica nacional, sería una de las más acertadas iniciativas. Gracias a esto es posible negociar con el

proveedor local de electricidad una reducción en el recibo eléctrico equivalente a la una parte de la energía inyectada por la granja solar.

El aprovechamiento de la energía calórica que proviene del sol, utilizada a través de un calentador de agua solar sería otra medida fundamental que se pueda implementar.

Esta opción reduce significativamente el consumo que un calentador eléctrico conlleva, además de ser una solución independiente por lo que no se tendría que negociar con el proveedor eléctrico local.

Otro aspecto importante es que, la zona en donde se ubica el comercio presenta un porcentaje de precipitaciones abundante a lo largo del año. Una tercera medida de ahorro que se podría aprovechar, es la captación de agua de lluvia para destinarse a servicios sanitarios y labores de limpieza, ésta agua distribuida por gravedad.

Esta práctica permitiría aliviar la carga de trabajo que actualmente tiene el sistema de bombeo de agua potable, reduciendo el consumo eléctrico y la utilización del recurso hídrico del sistema de alcantarillado público.

## **2.9 Limitaciones**

El presente proyecto contempla en sus tres enfoques una solución para la optimización de la energía eléctrica en el lugar y el impacto ambiental que su operación genera.

Es importante mencionar que el proyecto en desarrollo no contempla un nuevo diseño eléctrico del lugar, sino un mejoramiento de la instalación eléctrica actual y la implementación de nuevas tecnologías de ahorro energético.



Por otra parte, el primer enfoque del trabajo solamente contempla el edificio del restaurante que es la construcción más vieja, la estructura de la sala para eventos no se incluye en este enfoque ya que cuenta con un diseño eléctrico nuevo y un profesional independiente a su cargo.

El alcance de este primer enfoque tampoco abarca la corrección de los problemas o deficiencias en áreas de la instalación que no sean fácilmente solucionados, por lo que se limita a las correcciones sencillas y de bajo presupuesto.

El diseño de soluciones que no contribuyen con el ahorro energético pero que pueden ser necesarias para la continuidad de la operación del comercio como por ejemplo una planta eléctrica de emergencia, no se abarcan en este proyecto.

## **2.10 Alcances**

Los alcances de esta propuesta están enfocados en los tres aspectos o enfoques que se han estado desarrollando a lo largo del proyecto y que convergen en una misma interrogante, ¿cómo reducir el alto impacto ambiental y optimizar el consumo eléctrico?

Gracias al primer enfoque planteado se podría contar con una red eléctrica optimizada y mucho más segura para la continuidad de la operación del negocio en cuestión, utilizando solamente la energía demanda por los sistemas productivos para el comercio y reduciendo las pérdidas en componentes deteriorados o sobre demandados.

Es importante mencionar que estas mejoras a la red eléctrica actual no son equivalentes a un nuevo diseño eléctrico del edificio.

Es posible que en la fase de investigación en el sitio se detecten situaciones que necesiten por completo de un nuevo diseño eléctrico, aprobado por el Colegio

Federado de Ingenieros y Arquitectos. Dicho diseño no está contemplado en los alcances de este proyecto sin embargo, puntualmente se realizará la recomendación en caso de presentarse esta situación para que sea contemplado en futuros proyectos para el comercio.

El segundo enfoque permite alcanzar una reducción de la energía utilizada en tareas no productivas tales como iluminación en zonas sin presencia humana así como una optimización de los recursos del establecimiento, esto con el fin de aumentar su vida útil y prevenir inversiones futuras innecesarias.

Por el último, el tercer enfoque y el más representativo de esto proyecto permitirá, una vez resueltos los problemas de desperdicio de energía en el local, migrar parte de la demanda del sistema eléctrico nacional a la energía producida por fuentes renovables.

Aunque el comercio continuará consumiendo energía eléctrica, la cual es necesaria para su operación, la implementación de energías limpias promoverá el desarrollo sostenible y la reducción del importe económico que representa comprar esta energía eléctrica.

Todas estas iniciativas pretenden reducir la dependencia de la red eléctrica nacional, eliminar la inversión que este conlleva mensualmente, optimizar el consumo eléctrico tanto como se pueda y a su vez reducir el impacto ambiental.

# **CAPÍTULO III**

### **3. DESARROLLO.**

#### **3.1 Puntos críticos por mejorar en la instalación actual.**

El desarrollo de este trabajo se va a orientar en tres enfoques comentados anteriormente en la sistematización del problema y que, abordan en forma general los posibles cambios al sistema eléctrico instalado actualmente y las posibles inversiones a futuro.

El primer enfoque que de paso, está directamente relacionado con nuestro primer objetivo específico, es el de ubicar todos aquellos puntos de mejora en la instalación actual que, con un bajo presupuesto puedan corregirse y mejoren con ello el rendimiento de la red eléctrica.

Es importante diferenciar esta práctica de un rediseño eléctrico del edificio actual ya que, eso contempla un presupuesto mayor y una inscripción del proyecto en el Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos (CFIA).

La intención de este enfoque es ubicar los puntos críticos del sistema actual y que, con una rápida corrección de las inconsistencias se pueda contribuir a un mejor funcionamiento del sistema y a su vez incrementar la seguridad que el local ofrece a sus clientes, colaboradores y propiedad en general.

El abordaje de esta primera parte del desarrollo del proyecto inició con la realización de una serie de visitas al sitio, esto con el fin de comprender el escenario actual de la instalación y posteriormente dividir el sistema en zonas para poder estudiarlas por separado e identificar las posibles mejoras.

Como ya se mencionó, este estudio se realizó para las instalaciones del restaurante y exteriores ya que, la sala para eventos es un edificio nuevo y cuenta con el diseño aprobado y supervisión del profesional a cargo de la obra.

Las zonas ubicadas en esta investigación para el primer enfoque fueron las siguientes:

- Acometida e ingreso al edificio.
- Distribución del cableado principal en cielo falso.
- Bodega principal.
- Salón para comensales.
- Área de cómputo para meseros.
- Caja.
- Bar.
- Exteriores de edificio.
- Sistema de bombeo.
- Bodega de la cocina.
- Cocina.
- Comunicación cocina con sala para eventos.

### **3.1.1 Acometida e ingreso al edificio.**

El sistema eléctrico del Bar y Restaurante los Potreros inicia con un gabinete metálico instalado en el exterior, en donde se encuentran colocados el medidor de la Empresa de Servicios Públicos de Heredia, así como el Disyuntor Termo magnético principal.

En este gabinete metálico se aprecia una alimentación saliente que conecta con las lámparas de sodio instaladas en parque del local y que, no cuenta con una canalización si una salida adecuada del gabinete.

Si bien es cierto, el cableado es para instalaciones en exterior, el espacio que utilizan para la salida del gabinete no cuenta con su conector de salida, lo cual ocasiona que este cableado roce directamente el borde metálico y este a su vez desgaste la chaqueta de los conductores.



Figura 3.1: Salida de cableado hacia luminarias exteriores. Gabinete externo.  
Fuente: Propia.

Por otra parte, de este mismo gabinete se puede observar una tubería metálica que conecta con una caja de registro en el suelo y que conduce el cableado de tierra del edificio.

Este cableado posterior al ingreso caja de registro continua su trayectoria enterrado directamente a lo largo de 50 centímetros aproximadamente y hasta descubrirse en la conexión con la varilla para tierra.

Esta conexión se encuentra a la intemperie y se realiza con un cableado comercial tipo THHN calibre #4 AWG, el cual en la parte expuesta presenta un deterioro significativo producto de la exposición a lo largo del tiempo.



Figura 3.2: Conexión de cable de tierra a la varilla de tierra.  
Fuente: Propia.

Existe además una tubería metálica saliente del gabinete por la cual viaja el cableado de la acometida del edificio. Esta tubería realiza una transición a un ducto tipo PVC el cual viaja de forma subterránea hasta unirse de nuevo con una nueva tubería metálica que ingresa al edificio.

La unión inicial entre la tubería metálica y la plástica está quebrada lo cual, permitió el ingreso de agua y barro al ducto PVC. Dado esto, todo el cableado que viaja de forma subterránea se encuentra sumergido.



Figura 3.3: Inicio tubería subterránea.  
Fuente: Propia.

Finalmente el cableado de acometida sube por este segundo tramo metálico hasta ingresar al edificio en donde se empalma con un nuevo cableado que alimenta los diferentes centros de carga del establecimiento.

Esta conexión se realiza en una caja metálica sin tapa que además carece de sujeción a la estructura del edificio y prescinde de un bloque de contactos que permita realizar la transición, por lo que empalmado se da de forma directa.



Figura 3.4: Trayectoria del cableado de acometida.  
Fuente: Propia.





Figura 3.5: Empalmado del cable de acometida en el interior del edificio.  
Fuente: Propia.

La implementación de mejoras correctivas a esta acometida sin modificar el diseño como lo plantea el primer enfoque del proyecto, no generarían un ahorro sustancial en el consumo eléctrico del local y además no estarían apegadas a la legislación actual.

Dada la magnitud del cambio necesario para contar con una acometida apegada al Código Eléctrico Nacional tanto en tipo de materiales como en métodos de instalación, la recomendación en este primer apartado es realizar un rediseño completo de la acometida del comercio lo cual, está fuera de los alcances del presente proyecto.

### **3.1.2 Distribución del cableado principal en cielo falso.**

Posterior al empalmado del cableado de acometida en el cielo falso del edificio, se derivan dos cableado independientes los cuales, alimentan los centros de carga principales del local.

Esta alimentación está realizada con cableado tipo THHN #2 AWG, el cual viaja a través de tubería de tipo conduit rígida de PVC hasta las barras principales en los diferentes centros de carga.

Esta canalización presenta grietas a lo largo de la trayectoria así como la ausencia de curvas y uniones que permitan la continuidad de la misma, dejando por partes el cableado expuesto.

Es recomendable colocar los accesorios faltantes en las trayectorias de las tuberías así como reemplazar aquellas que se encuentren en mal estado.

Por otra parte existen múltiples tuberías de PVC extendidas por el cielo falso que transportan los circuitos de tomacorrientes e iluminación que provienen de los centros de carga.

Dichas tuberías terminan en cajas metálicas de tipo octogonal o rectangular y la conexión hacia las luminarias se da de forma directa.

Es importante mencionar que la estructura del cielo falso de la edificación es echa en madera por la cual, se recomienda realizar la transición en dichas cajas hacia la las luminarias en cableado tipo TSJ así como la colocación de las tapas metálicas en las cajas y de esta forma minimizar el riesgo de cortocircuitos o bien deterioro del cableado.

Finalmente existe una serie de cableados para propósitos múltiples tales como audio, video, señales digitales entre otras que, viajan sin canalización y de forma desordenada sobre el cielo suspendido elevando el riesgo de cortocircuitos e incendio en dicha zona.

Se recomienda la instalación de canalizaciones para este tipo de cableados así como la remoción de aquellos que fueron utilizadas anteriormente y hoy en día permanecen sobre el cielo si ningún uso.



Figura 3.6: Cableado sin canalización en cielo falso.  
Fuente: Propia.



Figura 3.7: Alimentación de centro de carga en contacto directo con la estructura metálica.  
Fuente: Propia.

### 3.1.3 Bodega principal

En la bodega principal se encuentra el primer centro de carga del edificio. Dicho centro carga contempla solamente un interruptor termo magnético principal, el cual gobierna un según centro de carga que contiene los diferencias circuitos de tomacorrientes e iluminación.

El interruptor principal tiene una capacidad de 60 Amperios y el centro de carga cuenta con su barra de tierra y de neutro donde son recibidos los 4 cables provenientes de la derivación realizados en el cielo falso. Posteriormente, hacia el segundo centro de carga salen solamente 3 cables, estos en calibre #4 AWG.

Es importante anotar que la conexión de tierra termina su trayectoria en la primera caja y no continúa hacia la segunda, privándola de su aterrizaje.

En este punto en primordial que la conexión a tierra continúe hacia el segundo centro de carga que es el contiene los circuitos de alimentación a las diferentes zonas del restaurante.



Figura 3.8: Centro de carga principal, bodega principal.  
Fuente: Propia.

Este segundo centro cuenta con dos interruptores dobles de 20 Amperios cada uno así como 4 interruptores de un solo polo de 20 Amperios cada uno y, en su totalidad tiene una capacidad para 12 circuitos.

Actualmente los interruptores termo magnéticos se encuentra en buen estado por lo que no es necesario el reemplazo de los mismo por motivo de deterioro o finalización de su vida útil.

Por otra parte la caja carece de una tapa y de señalización por lo que a simple vista no es posible determinar qué tipo de circuitos son los que administra y a cuál zona se dirigen.

La recomendación es este caso es colocar dicha tapa, realizar un levantamiento de los circuitos administrados para una vez hecho esto, corroborar que la carga se encuentra balanceada y finalmente posicionar en la tapa o en algún lugar visible la correcta señalización o etiquetado de los diferentes circuitos.

Este segundo tablero, cuenta con 3 circuitos para tomacorrientes de 120 Voltios, los cuales contiene tanto cableado para neutro como para tierra. Dicho cableado es tipo THHN calibre #12 AWG lo cual confirma que la distribución hacia los tomacorrientes contiene los conductores adecuados y el calibre correcto según la tabla 310.15(B)(16) del código eléctrico nacional. (Ver anexo #2)

Por otra parte existen 2 circuitos de 2 polos cada uno, los cuales alimentan el sistema de bombeo del restaurante y un tomacorriente de 240V en el exterior de la bodega principal respectivamente.

Ambos circuitos salen del centro de carga con un cableado THHN #10 AWG, sin embargo, solamente el circuito que alimenta el sistema de bombeo está debidamente canalizado.

El cableado hacia el tomacorriente en el exterior está realizado por el frente de caja lo cual en un primer plano no permitiría la correcta colocación de la tapa y, por otra parte no cuenta con su debida canalización.

Es recomendable la instalación de ducto tipo EMT para la canalización de este cableado hasta el tomacorriente en el exterior de la bodega debido a que dicha canalización sería expuesta.

Existe también un circuito de iluminación que comanda la luminaria colocada en la bodega principal así como un ventilador con iluminación, este último ubicado en el centro del salón para comensales.

Estos circuitos de iluminación viajan por tubería conduit de PVC hasta una caja metálica en la pared sin embargo, no cuentan con su debida placa de interruptores sino que, los interruptores son de tipo superficial y actualmente se encuentran suspendidos y sujetos solamente por el cableado.

La recomendación en este caso es colocar la debida placa en la pared y fijar ambos interruptores a la misma para eliminar el riesgo de electrocución y cortos circuitos.

Finalmente una recomendación general para este segundo centro de carga en la bodega principal es el reacomodo del cableado interno de la caja ya que, la distribución actual es bastante desordenada, comprometiendo incluso algunas conexiones con disyuntores y con dobleces en el cableado que perjudican la contextura interna de los alambres de cobre.

De ser posible y sin afectar el balance de cargas, reacomodar también la ubicación de los interruptores termo magnéticos según la salida del cable por los huecos de caja, esto para buscar más holgura en los circuitos salientes.



Figura 3.9: Centro de carga secundario, bodega principal.  
Fuente: Propia.

#### **3.1.4 Salón para comensales.**

En el salón para comensales existe un pequeño escenario en el cual se encuentra ubicado el control del equipo de audio utilizado en el local, el cual es alimentado a través de un regleta y esta su vez conectado a un tomacorriente instalado en la pared frontal de la bodega principal.

Es recomendable la instalación de un tomacorriente con falla a tierra para brindar mayor protección al sistema de sonido y evitar que con las fluctuaciones del sistema se pueda ver afectado.

Por otra parte existe un tomacorriente ubicado en una de las esquinas superiores del salón. Este tomacorriente alimenta una lámpara para emergencia así como el sistema de red inalámbrica del lugar.

Dicha conexión se realiza a través de una regleta que cuelga del tomacorriente, por lo cual se ve bastante inestable y recargada de enchufes.

La recomendación en este caso, es la colocación de un gabinete para la recepción de los servicios de internet brindado por el proveedor y a su vez la reubicación de la bandeja aferrada a la pared que permita, la colocación adecuada del punto de acceso inalámbrico.

### **3.1.5 Área de cómputo para meseros.**

El área de cómputo utilizada para la recepción de los pedidos de los clientes y posterior impresión de las órdenes para la cocina, comparte el espacio con el área de colocación y superación de platos terminados.

Este sitio consta de un mueble doble en donde por un lado están colocados los monitores, teclados, impresoras entre otras y, por el otro lado están colocadas las unidades de procesamiento central. Estas últimas son las que están en esta zona de transición de platillos, que además se encuentra a la salida de la cocina.

Debido al poco espacio de respiración para los equipos y el aire regularmente cargado con grasa producto de la actividad comercial, dichos equipos constantemente trabajan sobre exigidos, presentando fallas y ocasionado reinversiones y desecho de las anteriores dañados.

Tomando en cuenta que en la nueva sala para eventos, próximamente existirá un espacio dedicado para equipos de cómputo, esto según lo comentado por el propietario, la recomendación en este caso es la migración de estos equipos de procesamientos hacia dicha zona.



Con esta acción no solamente se reducirán las constantes fallas en los equipos y se ampliará el espacio para control de calidad de los platillos sino que, se eliminará el consumo eléctrico de equipos que trabajan sobre exigidos y recalentados.



Figura 3.10: Conexión de equipo de cómputo bajo el mueble de control de calidad de platillos.  
Fuente: Propia.

### **3.1.6 Caja.**

El área de caja es un espacio bastante pequeño pero, con una gran concentración de equipos telefónicos, de cobro, computación, impresión y control de audio visuales.

Los diferentes sistemas han ido creciendo con el tiempo sin una programación, lo cual al día de hoy refleja el hacinamiento de cables de distintos sistemas y las diferentes conexiones eléctricas realizadas por falta de tomacorrientes destinados para esta actividad.

Es recomendable inicialmente la colocación de un tablero para la recepción de los servicios de telefonía y audio visuales, esto con el fin de liberar esta área de las transiciones hacia los diferentes dispositivos.

Por otra parte, los cableados de red y eléctricos colocados a través de un bajante del cielo falso no cuentan en su totalidad con las canalizaciones adecuadas, exponiendo dichos cables a algún accidente producto del trascurrir de las personas por esa zona.

Se recomienda realizar la reubicación de estas cableados en tuberías tipo EMT por tratarse de zonas expuestas, así como la instalación de nuevos tomacorrientes en la zona de cobro con la intención de eliminar las regletas y conexiones flotantes.



Figura 3.11: Bajante para cables. Caja.  
Fuente: Propia.



Figura 3.12: Conexión cableado mueble de la caja.  
Fuente: Propia.

### **3.1.7 Bar.**

En el área de bar existen conectadas dos cámaras de enfriamiento de bebidas así como una dispensadora de cerveza, todas conectadas a tomacorrientes de 15 Amperios y 120 Voltios.

Es importante mencionar que dichos tomacorrientes presentan cierto deterioro en los puntos de conexión de los enchufes, posiblemente por el arco generado con cada conexión y desconexión las cámaras así como calentamiento mientras las cámaras se encuentran funcionando.

Se recomienda realizar el cambio de dichos tomacorrientes a unos nuevos con capacidad para 20 Amperios para mayor durabilidad y eliminación de las pérdidas de energía por calentamiento de los mismos.

Por otra parte, la zona de preparación de bebidas existen dos tomacorrientes para la conexión de las batidoras. Estos tomacorrientes no tienen ninguna protección adicional para áreas húmedas como la mencionada y la sujeción de los mismos es muy precaria.

Se recomienda la colocación de cajas de metal de 2 por 4 pulgadas fijadas al mueble para la correcta sujeción los tomacorrientes así como el cambio ha tomacorrientes con conexión a falla de tierra para reducir el riesgo de cortocircuitos y accidentes con el personal.

Finalmente, hay una serie de luminarias tipo LED, instaladas a lo largo del mueble de la barra. El cableado para estas luminarias no cuenta con ningún tipo de canalización ni existe ningún grado de protección contra agua en las mismas.

Dado esto se recomienda la reinstalación del circuito con una correcta canalización y protección para los bombillos previendo un posible accidente con los colaboradores y cortos circuitos.



Figura 3.13: Conexión de cámaras de enfriamiento. Bar.  
Fuente: Propia.



Figura 3.14: Tomacorrientes barra.  
Fuente: Propia.

### 3.1.8 Exteriores de edificio.

En los exteriores del restaurante se cuenta con una serie de luminarias instaladas.

En la esquina del edificio que colinda con la entrada vehicular hacia la zona de entrada techada del local, está instalada una lámpara para exteriores tipo fluorescente la cual, es alimentada mediante un cableado tipo THHN #12 sin ningún tipo de canalización y además expuesta en cierta parte de su trayectoria a las inclemencias del ambiente.

Es necesario realizar una instalación nueva del circuito de alimentación de esta lámpara, ya que el cableado actual viaja sobre el cielo falso de madera y en su parte exterior no cuenta con ninguna protección, aumentando el riesgo de deterioro del cable, posibles cortocircuitos y sobre todo el riesgo de incendio.

Por otra parte, existe una serie de luminarias empotradas en la entrada con forma de herradura, las cuales son comandadas directamente de una extensión que se conecta a un tomacorriente en la parte interior del local.

Dicha conexión con la extensión se realiza en un pequeño jardín cercano a la entrada principal, en un ambiente de exteriores, creando un riesgo importante de cortocircuito así como una pérdida de energía por el mal estado de los contactos en la extensión.

Se recomienda, canalizar el cableado proveniente de las luminarias hacia un interruptor en el interior del local y posteriormente hacia un circuito de iluminación en el centro de carga.

Esto con el fin de eliminar las conexiones provisionales en exteriores con materiales no aptos para tal aplicación, reducir las pérdidas por el deterioro de los puntos de conexión, aumentar la seguridad de los personeros que hoy en día realizan el enchufado y desenchufado de la extensión diariamente y finalmente eliminar el riesgo de cortocircuito.



Figura 3.15: Luminaria exterior con deficiencias de instalación.  
Fuente: Propia.

### **3.1.9 Sistema de bombeo.**

El sistema de bombeo y tuberías de agua potable de ambos comercios se encuentra ubicada en la parte de atrás de la bodega principal.

Aunque el rediseño de la instalación mecánica no es parte de los alcances del presente proyecto, se recomienda realizar una reubicación del sistema a una zona destinada para esta actividad.

Lo anterior debido a que el tanque de agua potable, la bomba para agua y las tuberías se encuentran totalmente expuestos y con un alto riesgo de sufrir daños por el pasar de diario de personas por la zona.

Respecto a la conexión eléctrica de la bomba para agua, la misma se realiza a través del cableado saliente del segundo centro de carga en la bodega principal.

Este cableado realiza parte de su trayectoria a través de una tubería tipo conduit de PVC, y posteriormente se empalma con un cableado tipo THHN #12 AWG, para continuar sin ningún tipo de canalización hasta la conexión con la bomba.

En el sitio además es posible ver como los interruptores colocados anteriormente se han dañado por estar a la intemperie.

Se recomienda realizar la conexión a la bomba con un cableado construido con forro impermeable a la humedad según lo dicta el código eléctrico nacional, hasta la conexión con un interruptor para intemperie que comande la operación del sistema de bombeo y que pueda desconectar el sistema en casos de averías o mantenimiento.



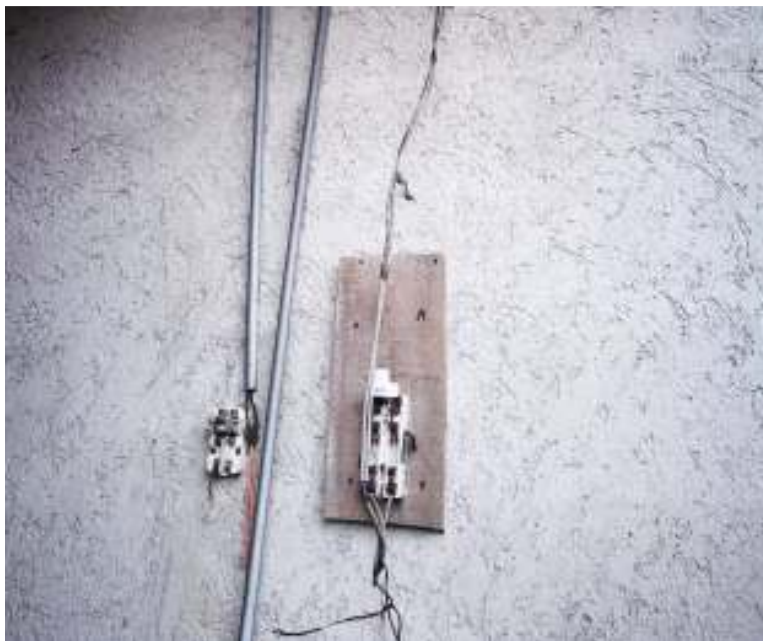


Figura 3.16: Cableado hacia el sistema de bombeo.  
Fuente: Propia.

### **3.1.10 Bodega de la cocina.**

La bodega de materiales de la cocina alberga los otros dos centros de carga correspondientes al edificio del restaurante, así como una transferencia eléctrica manual para introducir la planta eléctrica de emergencia en el caso de una falla en el servicio eléctrico público.

El primer centro de carga alberga todos aquellos circuitos de tomacorrientes e iluminación que no son estrictamente necesarios en caso de una falla del servicio de electricidad público así como los equipos de mayor consumo eléctrico como por ejemplo, los extractores, los microondas y las cámaras de refrigeración.

Este centro tiene una capacidad para 30 circuitos y comanda a su vez dos centros de carga más, uno ubicado en esta misma bodega de materiales y otro colocado en el intermedio entre la cocina y la sala para eventos.



Esta caja contiene 2 disyuntores de dos polos con capacidad de 30Amp, los cuales comandan el extractor de grasas de la cocina y el segundo centro de carga de la bodega de la cocina.

Existen también 2 disyuntores de dos polos con capacidad para 60Amp, que alimentan una cámara de refrigeración principal para la cocina y el centro de carga #5 de la zona intermedia anteriormente comentada.

Las alimentaciones salientes de los interruptores de 60Amp están realizadas con cables tipo THHN #8 AWG el cual, es insuficiente para la demanda permitida por el disyuntor.

Adicionalmente el cableado que viaja hacia el centro de carga #5, prescinde de algún tipo de canalización y además parte de su trayectoria atraviesa el techo de la cocina estando así expuesto a la intemperie.

Esta conexión claramente se identifica como una instalación provisional y de alto riesgo por lo cual, se recomienda eliminar la alimentación del centro de carga #5 desde la caja principal de la bodega de la cocina y realizar una canalización directa desde un punto de derivación en el cielo falso hasta el centro de carga #5.

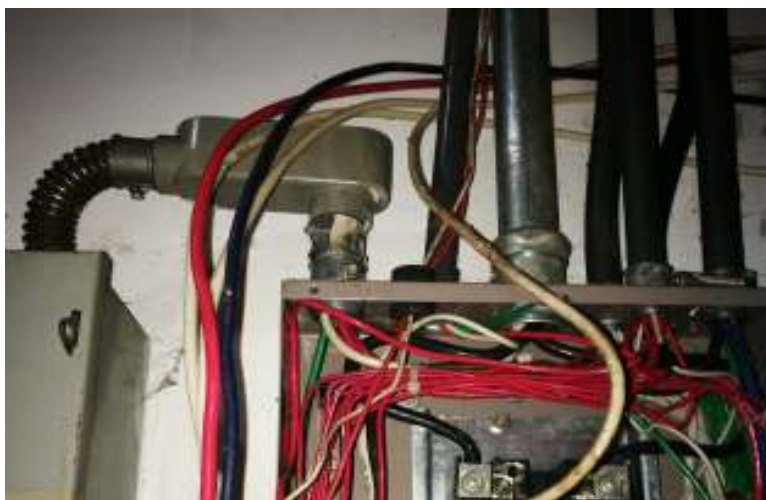


Figura 3.17: Alimentación sin canalización hacia el centro de carga #5.  
Fuente: Propia.

Este centro de carga principal presenta un desbalance de cargas importante ya que una de las barras de alimentación se encuentra totalmente cargada, mientras que la segunda presenta varios circuitos disponibles.

Se recomienda, una vez eliminada la alimentación del centro de carga #5, reacomodar los disyuntores termo magnético de forma que las cargas en ambas barras de alimentación sean tan similares como se pueda.

El segundo centro de carga es comandado en primera instancia por un interruptor termo magnético de 30 Amperios instalado en la primera caja y, en caso de una falla eléctrica, la transferencia manual permite alimentarlo y suplir de energía los circuitos principales del establecimiento mientras se restablece el sistema eléctrico público.

Es muy importante tomar en cuenta que toda la instalación presente en la bodega de la cocina carece de conexión a tierra por lo que, una de las medidas principales por realizar es establecer una conexión a tierra segura para ambos centros carga reduciendo así, el riesgo de electrocución y daño permanente de los diferentes electrodomésticos.

directorio de circuitos de emergencia			
1	Principal	COMPUTO	2
3	Principal	Sonido y luces tanina	4
5	LUCEC COCINA	<del>SONIDO</del> LUZ BARRAS LUZ SALES	6
7	FAJONES ENTRADA	TOMA SERVICIO	8
9	TOMAS CAJA	TOMAS TELEVISIONES	10
11	LUZ DE AFUERA COCINA	X	12
13			14
15			16

Figura 3.18: Directorio de circuitos tablero de emergencia.  
Fuente: Propia.

### **3.1.11 Cocina.**

La cocina presenta una serie de tomacorrientes tanto de 120V como de 240V distribuidos en las diferentes zonas de trabajado en donde se encuentran los electrodomésticos, utilizados en la gestión diaria de una cocina.

Varios de estos tomacorrientes ya se encuentra deteriorados por el alto tránsito que tiene en dicha aérea y existen otros que no tienen ningún tipo de sujeción a la pared por lo que la conexión y desconexión con los diferentes equipos requiere de una manipulación de todo el bloque de contactos eléctricos.

Adicionalmente no existen tomacorrientes con falla a tierra en las zonas con alto grado de humedad y algunas de ellos carecen de las placas adecuadas según la caja metálica empotrada en el concreto.

Dadas las anteriores circunstancias se recomienda sustituir los tomacorrientes actuales por nuevos con conexión de falla eléctrica, esto debido a que una cocina es un ambiente con alto grado de humedad especialmente en los períodos de lavado.

Por otra parte es muy importante realizar la fijación de dichos tomas a las cajas metálicas empotradas en el concreto y en caso de que, algunas de estas cajas no estén totalmente fijadas, realizar la reparación correspondiente.

Finalmente se recomienda sustituir las placas de pared actuales por nuevas unidades compatibles con las cajas metálicas instaladas, esto para permitir una correcta fijación de los tomacorrientes a la pared.



Figura 3.19: Tomacorrientes cocina.  
Fuente: Propia.



Figura 3.20: Tomacorriente cámara de refrigeración principal.  
Fuente: Propia.

### **3.1.12 Comunicación cocina con sala para eventos**

El centro de carga #5 ubicado en la zona de comunicación entre la cocina y la sala para eventos realmente es el centro de carga principal para el segundo edificio que contempla la sala para eventos.

Este centro de carga contiene una correcta distribución de los circuitos eléctricos que alimenta así como canalizaciones adecuadas según la normativa actual.

En esta zona es recomendable corregir el cableado de alimentación proveniente del centro de carga principal en la bodega de la cocina y como se menciona anteriormente realizar una instalación independiente con el cableado y canalización adecuado para la demanda de este nuevo edificio.

## **3.2 Tecnologías de rápida implementación y bajo costo en el mercado para optimización del consumo eléctrico.**

### **3.2.1 Iluminación tipo LED.**

Como se ha comentado ya en el presente trabajo, la iluminación LED es la opción de mayor rendimiento en el mercado y, aunque su precio inicial es un poco mayor respecto a iluminación incandescente o fluorescente, su vida útil y su consumo en potencia la convierten en la mejor alternativa.

Hoy en día, ambos locales cuentan con un gran porcentaje de iluminación LED sin embargo, existen áreas que aún no tienen esta tecnología o bien las lámparas instaladas tienen tonalidades de luz diferentes lo cual, torna el escenario cansado a la vista por no existir una uniformidad de iluminación.

Las zonas ubicadas en donde se recomienda una inversión en iluminación LED son las siguientes:

- Exteriores.
- Baños del restaurante.
- Cocina
- Zona de comunicación entre cocina y sala para eventos.

### **3.2.2.1 Exteriores.**

Actualmente existen tres luminarias para exteriores instaladas en el parqueo del local, dos de ellas de sodio y una más tipo fluorescente.

Estas luminarias se encuentran en perfecto estado y debido a su alto costo la recomendación sería que en el momento en que deban reemplazarse por haber cumplido su vida útil la tecnología que se utilice para las nuevas unidades sea tipo LED.

Por otra parte, según lo comentado por el propietario se está pensando en adquirir dos luminarias nuevas con la intención de brindar mayor iluminación a los vehículos estacionados en esa zona, por lo que para estas nuevas lámparas la recomendación es colocarlas en tecnología LED.

### **3.2.2.2 Bodega principal restaurante.**

Esta bodega aún prescinde del acabado final de construcción, entre ellos la iluminación.

Actualmente existen dos luminarias incandescentes instaladas de forma provisional, sin canalización no sujeción de las bases para las bombillas.

Se recomienda la implementación de una lámpara de tubos LED para brindar mayor luminosidad al sitio y además corregir la instalación actual.

### **3.2.2.3 Cocina.**

La cocina del local cuenta con 4 lámparas como ya se mencionó en el marco situacional, las cuales son de distintos fabricantes, potencias y además, el color de la luz entrega es distinta en todas ellas.

Dos de estas lámparas son de tubos LED, las otras dos son de tubos fluorescentes y ninguna de ellas cuenta con los difusores comunes en este tipo de iluminación para una mayor propagación de la luz.

Dadas estas circunstancias y en búsqueda de una uniformidad en la iluminación para confort de los colaboradores así como para el ahorro de energía se recomienda, estandarizar un único tipo de lámpara con tecnología LED que incluyan los difusores ya mencionados.

### **3.2.2.4 Zona de comunicación entre cocina y sala para eventos.**

Esta zona es parte de edificio nuevo construido para la sala de eventos sin embargo, funciona para la comunicación entre la cocina de restaurante y la sala, en donde es posible preparar todos los elementos por utilizar en los diferentes eventos.

Al ser una zona de transición, ha sido una de las últimas en terminarse y aún están pendientes varios detalles como por ejemplo la iluminación.

Actualmente existen varias luminarias instaladas de manera provisional sujetadas solamente por el cableado de alimentación y sin ningún tipo de canalización.

La recomendación en este caso es colocar dos luminarias de tubos LED para brindar mayor luminosidad a los colaboradores que se desempeñan en esta zona, así como eliminar el riesgo que producen las instaladas en este momento y su pérdida por malos materiales de instalación y falsos contactos

### 3.2.2 Sensores de presencia para iluminación.

Con la intención de que diferentes luminarias instaladas en zonas específicas del establecimiento no permanezcan siempre encendidas, consumiendo energía y agotando su vida útil es que se hace la recomendación de colocar sensores de presencia.

Si bien es cierto cada dispositivo cuenta con su diagrama de instalación, el siguiente es un ejemplo de la instalación típica de una sensor de presencia para iluminación:

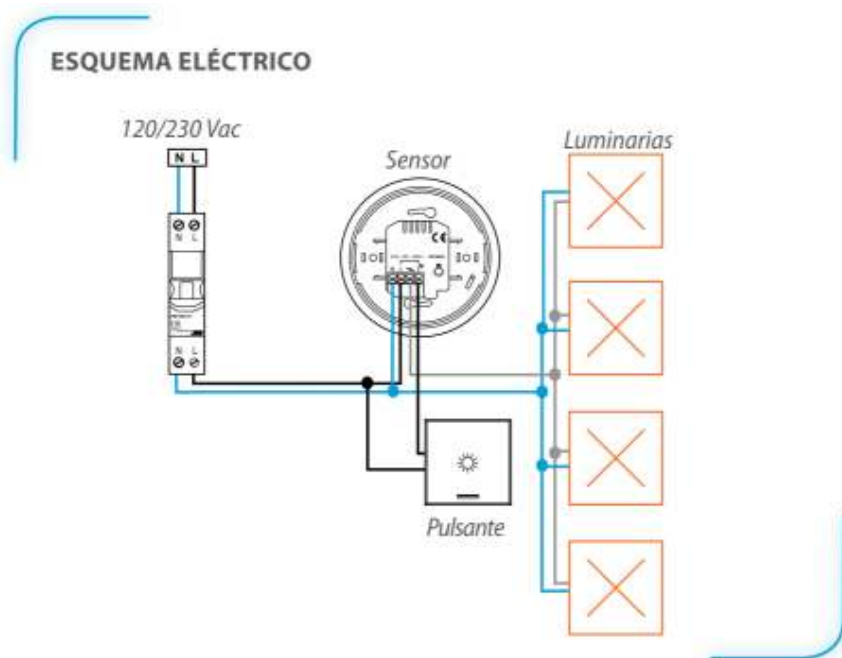


Figura 3.21: Instalación típica de un sensor de presencia para iluminación.  
Fuente: [http://www.bticino.cr/catalogos/catalogo\\_lightingmanagement.pdf](http://www.bticino.cr/catalogos/catalogo_lightingmanagement.pdf)



Las zonas ubicas para la inversión en sensores de presencia para iluminación son las siguientes:

- Baños restaurante y sala para eventos.
- Bodegas restaurantes, cocina y sala para eventos.
- Cocina.
- Zona de comunicación entre cocina y sala para eventos.

### **3.2.2.1 Baños del restaurante y salas para eventos.**

Todos los baños del comercio tanto en el restaurante como en las salas para eventos presentan una característica en común y es que, a primera hora los funcionarios encienden las luminarias y estas permanecen encendidas todo el día hasta que, el comercio cierre.

La recomendación es este caso es colocar sensores de presencia que permitan que dichas luminarias se enciendan solamente cuando un usuario o colaborador las necesite.

Los baños del restaurante presentan cuatro recintos diferentes uno para mujeres, otro para hombres, un tercero para personas con discapacidad y finalmente un espacio para los utensilios de limpieza y materiales.

Los dos primeros presentan una construcción con baños tipo batería, en donde existe un espacio entre la división vertical del baño y el suelo y también, un espacio entre la división y el techo falso del recinto.

Para estos dos baños se recomienda la colocación de un sensor con tecnología dual con el cual, todas aquella persona que se encuentren dentro sean detectadas por su temperatura o por su movimiento y por tanto la iluminación permanezca encendida.

El área de estos dos baños no supera los diez metros cuadrados por lo que se recomienda colocar unidades con capacidad de detección no menor a esta área, esto con la intención de tener una detección precisa y eficiente.

Por otra parte, los recintos restantes tienen áreas muchos menores y no cuentan con divisiones interiores por lo que la recomendación sería colocar sensores tipo infrarrojos para ahorrar en costo inicial de inversión.

En la sala para eventos grande contamos también con 4 recintos en la zona de baños, dos de ellos con divisiones internas y los dos restantes con menor área y sin divisiones.

En todos los casos, el área no supera los 15 metros cuadrados por lo que la cobertura de los sensores no debe estar por debajo de esta magnitud.

Adicionalmente, existe un pequeño lobby en la entrada hacia los baños, recinto que debe considerarse en la propuesta por esta fuera del área del salón.

De esta forma, la recomendación para esta zona de baños sería la colocación de dos sensores de tecnología dual en los baños con divisiones y tres sensores para los dos baños pequeños más el lobby de entrada mencionado.

En la segunda sala para eventos encontramos un escenario similar, con una pequeña diferencia en los baños para hombres, ya que este incluye el baño adecuado para personas con discapacidad y no se encuentra en un recinto aparte.

De esta forma con un solo sensor de tecnología dual es posible cubrir la totalidad del baño para hombres.

En sector de baños para mujeres se van a necesitar dos sensores de tecnología dual para el recinto con divisiones verticales y uno de tecnología infrarroja para las personas con discapacidad.

### **3.2.2.2 Bodegas restaurante, cocina y sala para eventos.**

El comercio cuenta con varias bodegas distribuidas por el edificio para el almacenamiento de las diferentes materias primas utilizadas en su tipo de negocios.

Todas estas bodegas cuentan con una característica en común y es que carecen de ventanas y o varios accesos. Todas cuentan con un único acceso y algunas con una pequeña entrada de ventilación.

Las áreas de dicha bodegas van desde los 6 metros cuadrados en la bodega de la cocina hasta los 25 y 35 metros cuadrados en las bodegas principales del restaurante y sala para eventos respectivamente.

Dado esto se recomienda colocar sensores de tecnología dual en los recintos de mayor tamaño y en la que está ubicada en la cocina la recomendación es la utilización de un sensor infrarrojo para optimizar el presupuesto en zonas pequeñas.

### **3.2.2.3 Cocina.**

La cocina es una de las áreas con mayor tránsito de personas en el comercio y cuenta con múltiples ventanales para aprovechar al máximo la luz natural.

Por otra cuenta con accesos del restaurante, la sala para eventos y dos puertas más para entrada de personal y la zona de colocación de los residuos por lo que la recomendación en esta área debe contemplar todas estas variables.

Tomando en cuenta que adicional a esto la actividad diaria de una cocina involucra altas temperaturas no es viable la utilización de sensores de tecnología infrarroja solamente, ya que podrían verse burlados por procesos internos de la cocina aun con ausencia de personas.

Dado esto y con base en la construcción de la misma se recomienda la colocación de dos sensores de tecnología dual, los cuales puedan ajustar su área de cobertura para abarcar toda la zona de interés.

#### **3.2.2.4 Zona de comunicación entre cocina y sala para eventos.**

Finalmente, la zona de comunicación de la cocina con la sala para eventos es bastante particular, ya que cuenta con pequeñas áreas en el mismo recinto y dado esto se necesita la utilización de varios dispositivos.

La primer sub-área identificada es la zona de preparación materiales para el evento tales como cristalería, centros de mesa bebidas entre otros.

Para esta primera zona se recomienda la colocación de un sensor de tecnología dual, el cual pueda ajustarse para abarcar solamente el área necesaria y que no se vea a afectado por personas directamente en la sala o bien transitando por la cocina.

La segunda sub-área es una pequeña zona de almacenamiento de cristalería y mantelería destinada a usarse en el evento en curso por lo cual no es considerada como una bodega más del local, pero tiene funciones de almacenamiento.

Para este pequeño recinto se recomienda la implementación de un sensor de tecnología infrarroja que permita la iluminación solamente cuando el personal necesite de los materiales ubicados ahí.

### **3.2.3 Fuente de alimentación ininterrumpida.**

Es búsqueda de una mejor calidad de energía suministrada a todos aquellos equipos de cómputo que manejan el sistema de facturación, cobro y procesamiento de órdenes se recomienda la instalación de una fuente de alimentación ininterrumpida.

Esta unidad permite mejorar la calidad de energía con una regulación del voltaje de entrada a dichos equipos pero además, al contar con un sistema de baterías, en caso en que el fluido eléctrico falle y se tenga que recurrir a la planta eléctrica con base de combustible, la fuente permite mantener los equipos energizados mientras la planta eléctrica entra en funcionamiento.

Para determinar la potencia por suministrar por la fuente de alimentación, primero debemos ubicar los equipos que estarán conectados a dicha fuente y la potencia que consumen.

En el área de cómputo para meseros existen tres ordenadores con un consumo aproximado de 300 Watts cada uno contemplando sus accesorios, para un total de 1200 Watts.

En la caja se cuenta con un ordenador adicional mas el servidor para el sistema de facturación, sumando una potencia de 300 Watts para cada dispositivo se tiene una carga de 600 Watts.

Finalmente en la barra se tiene un último ordenador este con un potencia de 300 Watts aproximados.

La recomendación en este caso es colocar un fuente de alimentación ininterrumpida por cada una de estas áreas ya que los equipos están distantes entre sí y, contemplando las potencias mencionadas.

### 3.2.4 Protección de enchufe de salida única.

Esta protección se refiere a un dispositivo que se coloca directamente sobre los tomacorrientes y protege los equipos conectados a él contra sobre-corrientes.

El protector permite a través de un LED en su parte frontal identificar si hay presencia de tierra, alimentación o bien la fusión del supresor interno para proceder con el cambio de la unidad.

La protección de líneas telefónicas también es posible haciendo pasar el cableado telefónico a través de sus puertos RJ11, haciéndolo un accesorio muy útil para datáfonos de cobre y teléfonos fijos.

Adicionalmente, el diseño del tornillo central que sujeta el protector de los enchufes permite que no haya desconexiones accidentales al retirar los enchufes de los diferentes dispositivos que están conectados. (Ver anexo #8)



Figura 3.22: Protección de enchufe de salida única.

Fuente: <https://www.diteksurgeprotection.com/products/12-burglar-alarm-protection.html>

La recomendación en este caso es colocar un protector de estos para todos aquellos equipos que no tengan protección adicional al tomacorriente como por ejemplo:

- Cuatro televisores del salón principal.
- Dos impresoras convencionales.
- Dos proyectores instalados en el cielo falso.
- Dos teléfonos fijos.
- Tres datáfonos para cobre con tarjeta de débito o crédito.

### **3.3 Energías renovables existentes en el sitio.**

Las siguientes son energías con autorización para su explotación en el sitio de interés según la Empresa de Servicios Públicos de Heredia.

- Energía del viento
- Biomasa
- Energía del agua
- Calor natural
- Energía de sol

#### **3.3.1 Elección de la energía renovable por utilizar en el proyecto.**

La energía eléctrica producida en Costa Rica a través del energía eólica es de un 16.2% según la tabla #2.3 sobre generación eléctrica en Costa Rica.

La fuerza del aire regularmente impulsa unas astas que hacen girar el rotor de una turbina eólica produciendo así la generación de electricidad.

Este tipo de energía no se contempló para el presente proyecto, esto basado en el gran costo de inversión inicial que una turbina eólica pueda representar, los costos y complejidad asociados a su mantenimiento así como la ubicación espacial del comercio, en donde la velocidad del viento no es constante.

La Biomasa es un tipo de energía a base de desechos orgánicos los cuales se procesan por medio de las calderas en donde dichos desechos se queman poco a poco.

Esta energía es comúnmente utilizada para generar calor y en la producción de electricidad no es tan común según lo que nos arroja la tabla #2.3 sobre generación eléctrica en Costa Rica, con solo un 2.2% de participación.

Dadas estas circunstancias, adicionadas a que el comercio en cuestión no cuenta con una elevada cantidad de residuos orgánicos, está tipo de energía se desestimó para el presente proyecto.

Una de las fuentes de energía más utilizadas en Costa Rica para la producción de electricidad es la fuerza del agua, con casi un 70% de participación e impulsada por proyectos de gran tamaño como por ejemplo Planta Hidroeléctrica Reventazón inaugurada en el 2016.

Claramente, para la explotación de este tipo de energía es necesaria la presencia de una fuente importante de agua, la cual se pueda utilizar para impulsar las turbinas que permiten a los generadores la producción de la electricidad.

La inexistencia de este recurso natural en el sitio automáticamente descarta la utilización del recurso hídrico para la producción de energía eléctrica aprovechable para el local.



Un caso muy similar se presenta con la explotación de calor natural en el sitio de interés.

Al prescindir el lugar de actividad volcánica, no es posible obtener energía geotérmica para la producción de electricidad y por tanto este tipo de energía se descarta para los intereses del presente proyecto.

Finalmente, la energía elegida para alimentar la operación del comercio a través de un proceso eco amigable, es la energía solar.

La buena radiación solar presente en el sitio, así como la posibilidad de utilizar el techo del comercio como área para la implementación de una granja de paneles solares, favorece el aprovechamiento de esta energía.

Según la herramienta de cálculo solar Solargis, es posible determinar cuál es la ocultación solar en un determinado lugar, utilizando el horizonte topográfico y el horizonte del módulo.

En la ubicación espacial en donde se ubica el comercio, la radiación solar inicia poco antes de las 5:00 de la mañana y se mantiene hasta poco después de las 5:00 de la tarde, permitiendo contar con más de 12 horas de radiación continua.

Es notorio según la imagen #3.23 que a partir de las 9:00 de la mañana, contando un ángulo de elevación de unos  $50^\circ$  la radiación comienza a aumentar con mayor velocidad y hasta el medio día alcanzados ya los  $90^\circ$ .

Posterior al medio día la radiación comienza a decrecer, reduciendo su velocidad a eso de las 3:00 de la tarde para concluir dos horas más tarde según lo comentado anteriormente.

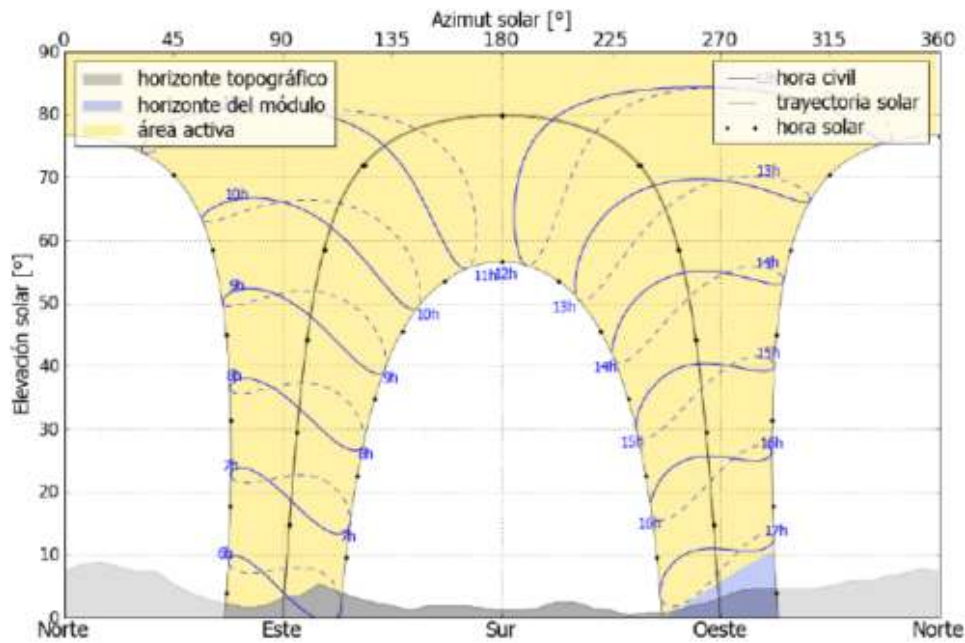


Figura 3.23: Horizonte topográfico y longitud del día en la ubicación espacial del comercio.  
Fuente: <https://solargis.info/purchase-postermaps/>

Es importante comentar que el punto cardinal con menor ocultación solar es el sur, por lo que la recomendación en la ubicación espacial del comercio es la colocación de la granja solar con inclinación al sur.

### 3.4 Diseño del sistema de alimentación a través de energía solar.

El comercio en cuestión tiene un promedio de consumo eléctrico mensual de 3408.2 kWh según la información del Anexo #1.

Este consumo debe tomarse como referencia para la dimensión de la granja solar a implementarse y, como la producción de energía eléctrica a través del sistema se da solamente durante la longitud del día, la producción sobrante se estará entregando a la red.

Como se menciona en el marco teórico, la empresa que supe la energía eléctrica en la ubicación espacial del comercio es la Empresa de Servicios Públicos de Heredia.

Esta entidad, permite un 49% de retorno de la energía almacenada en la red y por encima de este porcentaje, el kWh adicional proveniente de la red eléctrica nacional, se compra a precio regular.

La siguiente tabla publicada por la ESPH, muestra los valores de compra del kWh regular para Comercios y Servicios.

Tarifas Eléctricas		esph
Rige a partir del 01 de julio del 2018 Decreto N°115 del 27 de junio del 2018 - Alcance Digital N°123		
TIPO DE TARIFA	MONTO	
<b>T-RE RESIDENCIAL</b>		
Primeros 200 kWh (por cada kWh)	¢68.37	
Mayor 200 kWh adicional	¢88.41	
<b>T-CO COMERCIOS Y SERVICIOS</b>		
<b>Menos o igual a 3000 kWh- Energía Eléctrica</b>		
Por cada kWh adicional	¢94.30	
<b>Más de 3000 kWh- Demanda</b>		
Primeros 10 Kw o menos	¢86,133.10	
Por cada kW adicional	¢8,613.31	
<b>Más de 3000 kWh- Energía Eléctrica</b>		
Por cada 3000 kWh o menos	¢159,150.00	
Por cada kWh adicional	¢53.05	

Tabla 3.1: Tarifas eléctrica ESPH Julio 2018.

Fuente: [https://www.esph-sa.com/site/sites/default/files/tarifas\\_energia\\_-\\_julio\\_2018.pdf](https://www.esph-sa.com/site/sites/default/files/tarifas_energia_-_julio_2018.pdf)

Con base en esta tabla, todo aquel kWh utilizado fuera del período en el cual se cuenta con radiación solar, tendrá un costo de 94.41 colones.

Es importante mencionar que el cobro por demanda al sobrepasar los 3000 kWh no aplica para el presente estudio, ya que con la implementación de la granja solar el consumo a la red nacional estaría bastante por debajo de este valor.

Para el diseño de la propuesta solar se contemplaron tres escenarios diferentes, uno que pueda suplir el 50% de la carga demandada por el comercio, uno

que supla un 70% de la demanda y finalmente un diseño con capacidad para el 100%

Los siguientes son datos correspondientes a la ubicación espacial del comercio:

- Coordenadas: 10° 01' 25.36" N, 84° 03' 15.92" W
- Elevación: 1390 msnm
- Pendiente: 4°
- Orientación: 182° sur

Según la herramienta para cálculo solar Solargis, y basada en las anteriores referencias, es posible determinar la irradiación solar anual en un plano tanto horizontal como inclinado para el sitio en cuestión así como, su temperatura ambiente anual a 2 metros.

En la imagen #3.24, se puede observar un gráfico que compara la irradiación solar global diaria en un plano horizontal, con la temperatura ambiente a 2 metros por cada mes del año.

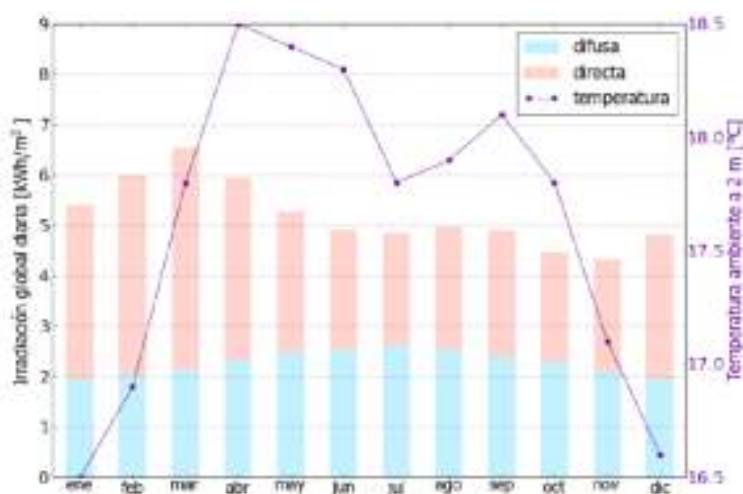


Figura 3.24: Irradiación global horizontal en plano horizontal y temperatura ambiente

Fuente: <https://solargis.info/purchase-postermaps/>

Por otra parte al realizar la comparación en un plano inclinado para la irradiación, siendo este el óptimo para el diseño planteado debido a orientación y al horizonte topográfico antes mencionado, con un azimut de 158° (sudeste) y una inclinación de 15° los resultados son los siguientes:

- Irradiación global anual en plano inclinado: 1951 kWh/m<sup>2</sup>
- Temperatura ambiente anual a 2 m: 17.6 °C

Mes	$G_{i_m}$	$G_{i_d}$	$D_{i_d}$	$R_{i_d}$	$Sh_{loss}$
ene	189	6.11	2.11	0.01	0.3
feb	182	6.51	2.13	0.01	0.3
mar	209	6.73	2.18	0.01	0.2
abr	175	5.83	2.33	0.01	0.2
may	156	5.03	2.42	0.01	0.3
jun	138	4.59	2.44	0.01	0.3
jul	141	4.57	2.52	0.01	0.3
ago	150	4.85	2.48	0.01	0.3
sep	150	5.01	2.39	0.01	0.3
oct	147	4.76	2.35	0.01	0.4
nov	143	4.77	2.17	0.01	0.5
dic	170	5.47	2.10	0.01	0.3
<b>año</b>	<b>1951</b>	<b>5.35</b>	<b>2.30</b>	<b>0.01</b>	<b>0.3</b>

Tabla 3.2: Irradiación global horizontal en plano inclinado.

Fuente: <https://solarGIS.info/purchase-postermaps/>

La simbología de la tabla #3.2 se describe de la siguiente manera:

- $G_{i_m}$  = Irradiación global mensual ( $\frac{kWh}{m^2}$ )
- $G_{i_d}$  = Irradiación global diaria ( $\frac{kWh}{m^2}$ )
- $D_{i_d}$  = Irradiación difusa diaria ( $\frac{kWh}{m^2}$ )
- $R_{i_d}$  = Irradiación reflejada diaria ( $\frac{kWh}{m^2}$ )
- $Sh_{loss}$  = Pérdidas de irradiación global por sombreado topográfico (%)

Esta información también se muestra en el gráfico de la imagen #3.25:

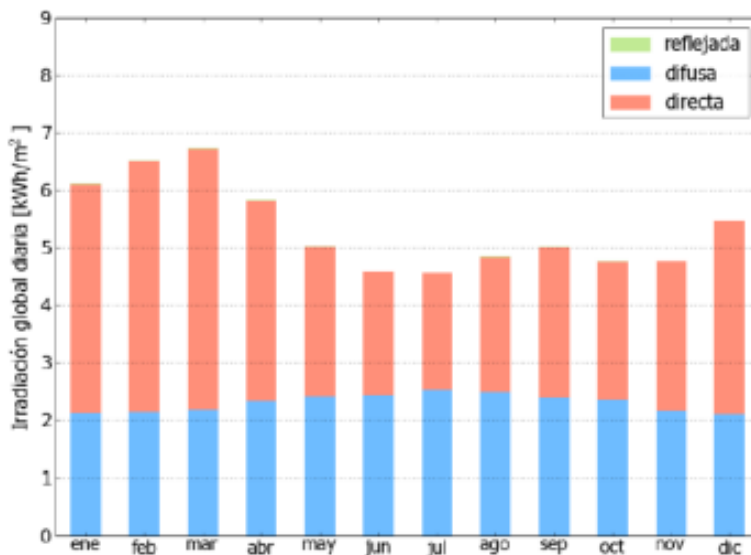


Figura 3.25: Irradiación global horizontal en plano inclinado.

Fuente: <https://solargis.info/purchase-postermaps/>

Sin embargo y como en todo sistema, siempre existe un componente de pérdidas debido a diferentes factores tales como suciedad en los paneles solares, pérdidas por conversión de energía, resistencia eléctrica de los materiales entre otros.

La tabla #3.3 muestra las posibles pérdidas que el sistema solar experimentará desde la irradiación solar en el sitio hasta, el extremo del sistema con disponibilidad de energía alterna para el comercio.

Adicionalmente se muestra como la eficiencia del sistema disminuye al contemplar cada una de estas pérdidas, ofreciendo al final un porcentaje y un valor de energía producida con la cual se debe trabajar.

Con esta información se puede deducir que de una Irradiación total de 1951 kWh/m<sup>2</sup>, podemos obtener un potencia final de 1523 kWh/m<sup>2</sup>.

Fase en la conversión de energía	Energía producida	Pérdidas	Pérdidas	Rendimiento	
	[kWh/kWp]	[kWh/kWp]	[%]	[parcial %]	[acumul. %]
1. Irrad. global incidente en la superficie (entrada)	1957	-	-	100.0	100.0
2. Irrad. global reducida por el sombreado topográfico	1951	-6	-0.3	99.7	99.7
3. Irrad. global reducida por la reflectividad	1891	-60	-3.1	96.9	96.6
4. Conversión DC en los módulos	1695	-196	-10.4	89.6	86.6
5. Otras pérdidas DC	1602	-93	-5.5	94.5	81.8
6. Inversores (conversión DC/AC)	1562	-40	-2.5	97.5	79.8
7. Pérdidas en AC en el transformador y el cableado	1538	-23	-1.5	98.5	78.6
8. Disponibilidad reducida	1523	-15	-1.0	99.0	77.8
<b>Rendimiento total del sistema</b>	<b>1523</b>	<b>-434</b>	<b>-22.2</b>	<b>-</b>	<b>77.8</b>

Tabla 3.1: Pérdidas y rendimiento del sistema solar.

Fuente: <https://solargis.info/purchase-postermaps/>

La primer propuesta contemplado el 50% de la carga demanda por el comercio, contempla que esta primera mitad de la energía sea suplida por el sistema solar y el restante 50% se consuma de la red eléctrica nacional.

De esta forma toda la energía que se produce durante el día será consumida por el comercio y durante la noche se trabaja con un consumo regular a la red y comprada a un costo regular.

Es importante mencionar que con esta primera propuesta, no existe un excedente que se inyecte a la red para ser posteriormente utilizado, salvo que durante la longitud del día no se consuma este 50% en su totalidad.

En ese caso la diferencia entre el porcentaje consumido y el 50% producido por la granja solar se inyectará a la red para posteriormente obtener un 49% del mismo sin costo alguno.

La simbología de la tabla número 3.4, número 3.5 y número 3.6 se describe de la siguiente manera:

- $Es_m$  = Producción eléctrica específica mensual total ( $\frac{kWh}{kWp}$ )
- $Es_d$  = Producción eléctrica específica diaria total ( $\frac{kWh}{kWp}$ )
- $Et_m$  = Producción eléctrica mensual total (MWh)
- $E_{share}$  = Porcentaje mensual de producción eléctrica (%)
- $PR$  = Rendimiento (%)

Mes	$Es_m$	$Es_d$	$Et_m$	$E_{share}$	PR
ene	148	4.77	2.1	9.7	77.9
feb	141	5.04	2.0	9.3	77.1
mar	160	5.17	2.3	10.5	76.6
abr	135	4.49	1.9	8.8	76.8
may	122	3.93	1.7	8.0	77.9
jun	108	3.61	1.5	7.1	78.3
jul	111	3.59	1.6	7.3	78.4
ago	118	3.81	1.7	7.7	78.2
sep	118	3.93	1.7	7.7	78.1
oct	116	3.74	1.7	7.6	78.3
nov	113	3.76	1.6	7.4	78.4
dic	133	4.30	1.9	8.8	78.4
<b>año</b>	<b>1523</b>	<b>4.17</b>	<b>21.8</b>	<b>100.0</b>	<b>77.8</b>

Tabla 3.4: Producción eléctrica mensual total. Propuesta al 50%.

Fuente: <https://solargis.info/purchase-postermaps/>

La energía eléctrica total anual producida por el sistema de paneles solares sería de 21.8 MWh, equivalente al 50% del consumo anual del comercio.

El segundo escenario planteado es un sistema que produzca en 70% de la energía total consumida por el comercio.

En este caso y continuando con la base de consumo diario del local del 50% (Este porcentaje puede variar hacia arriba y hacia abajo), el restante 20% de la producción se estaría inyectando a la red para posteriormente reclamar el 49% permitido según la legislación de la ESPH.



Mes	Es <sub>m</sub>	Es <sub>d</sub>	Et <sub>m</sub>	E <sub>share</sub>	PR
ene	148	4.77	2.9	9.7	77.9
feb	141	5.04	2.8	9.3	77.1
mar	160	5.17	3.2	10.5	76.6
abr	135	4.49	2.7	8.8	76.8
may	122	3.93	2.4	8.0	77.9
jun	108	3.61	2.1	7.1	78.3
jul	111	3.59	2.2	7.3	78.4
ago	118	3.81	2.3	7.7	78.2
sep	118	3.93	2.3	7.7	78.1
oct	116	3.74	2.3	7.6	78.3
nov	113	3.76	2.2	7.4	78.4
dic	133	4.30	2.6	8.8	78.4
<b>año</b>	<b>1523</b>	<b>4.17</b>	<b>30.2</b>	<b>100.0</b>	<b>77.8</b>

Tabla 3.5: Producción eléctrica mensual total. Propuesta al 70%.  
Fuente: <https://solargis.info/purchase-postermaps/>

Para esta segunda opción, la energía eléctrica total anual producida sería de 30.2 MWh, equivalente a un 70% de la energía total anual consumida por el comercio en cuestión.

Finalmente, la última opción propuesta es un sistema con capacidad para producir la totalidad de la energía consumida por el local aunque este opere en un horario mayor a la longitud del día.

Considerando de igual forma que durante el día se consuma el 50% de la energía total, el restante 50% se estaría inyectando a la red para posteriormente ser consumo como parte del excedente acumulado.

Nuevamente se debe contemplar que el porcentaje permitido por la entidad reguladora de los servicios, es de un 49% de la energía total inyectada a la red y que todo aquel kWh adicional deberá comprarse a costo regular.

Para esta última propuesta, la energía eléctrica total anual producida será de 42.9 MWh, equivalente al 100% del consumo anual del comercio.

Mes	Es <sub>m</sub>	Es <sub>d</sub>	Et <sub>m</sub>	E <sub>share</sub>	PR
ene	148	4.77	4.2	9.7	77.9
feb	141	5.04	4.0	9.3	77.1
mar	160	5.17	4.5	10.5	76.6
abr	135	4.49	3.8	8.8	76.8
may	122	3.93	3.4	8.0	77.9
jun	108	3.61	3.1	7.1	78.3
jul	111	3.59	3.1	7.3	78.4
ago	118	3.81	3.3	7.7	78.2
sep	118	3.93	3.3	7.7	78.1
oct	116	3.74	3.3	7.6	78.3
nov	113	3.76	3.2	7.4	78.4
dic	133	4.30	3.8	8.8	78.4
<b>año</b>	<b>1523</b>	<b>4.17</b>	<b>42.9</b>	<b>100.0</b>	<b>77.8</b>

Tabla 3.6: Producción eléctrica mensual total. Propuesta al 100%.

Fuente: <https://solargis.info/purchase-postermaps/>

Una vez terminada la fase de propuestas de consumo según la demanda del comercio, se inicia la fase de diseño del sistema como tal.

Para la propuesta del 50% de la energía demanda por el comercio, es necesaria la implementación de 44 paneles solares y 44 micro inversores con un área requerida para su instalación de 88 metros cuadrados.

Con la propuesta del 70% de la demanda, se necesitan 61 paneles y 61 micro inversores, esta opción requiere un área total de instalación en el techo de 122 metros cuadrados.

Finalmente la implementación contemplando la producción del 100% de la carga demandada por el comercio, requiere la instalación de 87 paneles solares con un espacio necesario en el techo de 174 metros cuadrados.

El techo actual del comercio con vista hacia el sur tiene un ancho de 19.25 mts, una profundidad de 9.7 mts y una inclinación de 15°, para un área resultante de 186.72 metros cuadrados.

Con base en este cálculo, es posible confirmar que las dos primeras opciones, con el sistema al 50% o al 75% podrían instalarse físicamente en el techo destinado para este fin.

La opción que contempla el 100% debe utilizar parte del techo de la sala para eventos. Afortunadamente este también tiene orientación hacia el sur por lo que los cálculos no se vería afectados.

Adicionalmente la fase de conectividad eléctrica del sistema, conlleva una serie de elementos necesarios para la correcta implementación del sistema. La mayoría de estos, está incluido en la propuesta que el proveedor del sistema entrega.

El primer elemento y uno de los principales justo en la entrada de la alimentación de la red pública nacional es el medidor bidireccional, el cual permite la interconexión de la energía suplida por el proveedor de servicio y la energía producida por el sistema de generación distribuida, en este caso el sistema de paneles solares.

Este tipo de medidor puede girar en ambas direcciones, permitiendo así tener una medida de la energía que se ha consumido de la red pero también de aquella que se ha inyectado a la red.

El medidor bidireccional está instalado en un gabinete al inicio de la instalación del cliente, conectado a la alimentación monofásica externa que ingresa a través de la conduleta y al disyuntor termo magnético principal con las dos fases del sistema monofásico 240V.

La alimentación que sale del disyuntor termo magnético en el gabinete inicial, es recibida en una caja de conexiones en donde se distribuye en paralelo hacia tres diferentes destinos.

El primero de ellos es un segundo medidor, este último llamado medidor de generación y con el cual podemos contar con una medición exacta de la energía que nuestro sistema está generando.

El segundo punto de conexión es el centro de carga del comercio, en donde se encuentran instalados todos los disyuntores termo magnéticos. En el caso del comercio en cuestión sería tres centros de carga separados.

Finalmente, el tercer punto de conexión es una caja de combinación que además recibe el cableado del sistema de paneles solares y la solución de monitoreo del mismo sistema. (Ver anexo #7)

El último componente además de los paneles solares son los micro inversores, los cuales van instalados debajo de cada panel solar y su salida ya es de corriente alterna.

Esto micro inversores al estar instalados junto con el panel solar eliminan la necesidad de una instalación adicional dentro del edificio, como sí pasa en sistema de inversores centralizados.

Por otra parte y gracias al sistema de monitoreo es posible detectar de manera remota cualquier inconsistencia con la solución instalada y proceder con el mantenimiento correspondiente.

Como se comentó previamente en el presente proyecto, el sistema de paneles solares es totalmente dependiente del la red eléctrica nacional y en el caso que se presente un corte de electricidad de sistema público, el sistema solar dejará de funcionar aunque en ese momento la radiación solar sea total.

### **3.5 Presupuesto del proyecto.**

#### **3.5.1 Presupuesto de materiales para mejoras a la instalación. Enfoque #1.**

Como se ha mencionado anteriormente, el enfoque #1 está orientado específicamente a todas aquellas correcciones que se puedan realizar para mejorar el aprovechamiento de la energía, reducir el riesgo hacia el personal y disminuir el impacto ambiental.

Estas correcciones van desde las sustitución de tomacorrientes en mal estado, cambio de cableados dañados o sub dimensionados, colocación de canalizaciones, hasta la instalación de cajas de paso para seguridad y balanceo de las cargas de los tableros eléctricos para una mayor eficiencia.

El siguiente presupuesto está justificado en las propuestas solicitadas a diferentes proveedores y que se adjuntan como anexos del presente proyecto.

Presupuesto enfoque #1				
Descripción	Unidad	Qt	Precio	Total
CHDB Series—Power Distribution Blocks. CHDB2203. Eaton	uds	2	₺ 130.00	₺ 260.00
Cable TGP NO. 3X10	mts	5	₺ 2,347.65	₺ 11,738.25
Cable TGP NO. 2X12	mts	60	₺ 1,035.45	₺ 62,127.00
Cable THHN UL NO.4 Azul	mts	30	₺ 2,052.31	₺ 61,569.30
Cable THHN UL NO.4 Rojo	mts	30	₺ 2,052.31	₺ 61,569.30
Cable THHN UL NO.4 Blanco	mts	30	₺ 2,052.31	₺ 61,569.30
Cable THHN UL NO.4 Verde	mts	100	₺ 2,052.31	₺ 205,231.00
Caja conduit americana UL regular 2.1/2-3.3/4 de 3 gangs	uds	1	₺ 4,335.00	₺ 4,335.00
Aro de repello 8"x3/16". 3 gangs	uds	1	₺ 2,822.40	₺ 2,822.40
Placa cableado estructurado Leviton 42080, Dos puertos blanca	uds	3	₺ 1,124.00	₺ 3,372.00
Jack Gigamax Leviton 5G108-RR5	uds	3	₺ 2,072.00	₺ 6,216.00
Jack Gigamax Leviton 5G108-RL5	uds	3	₺ 2,072.00	₺ 6,216.00
LG GABINETE DISTRIBUCION EN1200	uds	1	₺ 24,571.80	₺ 24,571.80
Caja Conduit americana rectangular 1/2"	uds	10	₺ 460.00	₺ 4,600.00
Caja Conduit americana octogonal 1/2"	uds	20	₺ 453.00	₺ 9,060.00
Curva 90° PVC TIPO A 2019660 1/2"	uds	10	₺ 446.40	₺ 4,464.00
Curva EMT 1/2" 12MM UL	uds	3	₺ 472.00	₺ 1,416.00
Curva EMT 3/4" 18MM UL	uds	4	₺ 480.05	₺ 1,920.20
Conector macho PVC TIPO A 2019648 1/2" 12MM	uds	50	₺ 446.40	₺ 22,320.00
Conecto EMT presion 1/2" 12MM	uds	10	₺ 225.00	₺ 2,250.00
Conector EMT presion 3/4" 18MM	uds	6	₺ 296.00	₺ 1,776.00
Gabinete metálico para colocar el power block	uds	2	₺ 15,000.00	₺ 30,000.00
Apagador decora doble grado comercial 5634-W Blanco 15 Amp	uds	5	₺ 5,424.00	₺ 27,120.00
Linea Indrobox intemperie ticino 25501 caja 1 módulo	uds	1	₺ 4,997.98	₺ 4,997.98
Apagador bticino AM5001 SENC. 16A Matix	uds	1	₺ 2,273.95	₺ 2,273.95
Parch Cords Gigamax Leviton 5G460-3L AZUL 3ft	uds	4	₺ 1,299.00	₺ 5,196.00
Parch Cords Gigamax Leviton 5G460-7L AZUL 7ft	uds	1	₺ 1,854.00	₺ 1,854.00
Tomacorriente industrial 5206-S10 125V-250V 3P NEMA 10-50R	uds	2	₺ 3,052.00	₺ 6,104.00
Tomacorriente falla a tierra decora GFTR2-W BLANCO 20 Amp 125V	uds	15	₺ 11,288.00	₺ 169,320.00
Tubo EMT Rymco UL 1/2" 12MM	uds	4	₺ 1,779.75	₺ 7,119.00
Tubo EMT Rymco UL 3/4" 18MM	uds	2	₺ 3,182.20	₺ 6,364.40
Tubería PVC TIPO A 2019535 1/2" 12mm	uds	10	₺ 1,142.64	₺ 11,426.40
Union EMT Presion 1/2" 12mm	uds	6	₺ 285.00	₺ 1,710.00
Union EMT Presión 3/4" 18 mm	uds	4	₺ 328.00	₺ 1,312.00
Union PVC TIPO A 2025012 1/2" 12 MM	uds	10	₺ 102.96	₺ 1,029.60
				<b>₺ 835,230.88</b>

Tabla 3.7: Presupuesto enfoque #1.

Fuente: Almacén Mauro / Ferretería Brenes. (Ver anexo #10 y #11)

### 3.5.2 Presupuesto de materiales para tecnologías de rápida implementación. Enfoque #2.

El segundo enfoque del presente proyecto se enfoque en todas aquellas tecnologías innovadores que permitan reducir el consumo eléctrico así como el impacto ambiental y que sean económicas y sencillas de instalar.

En este presupuesto se contemplan también algunos materiales convencionales, necesarios para la implementación de dichas tecnologías.

Al que igual que en el enfoque #1 este presupuesto está justificado en las propuestas solicitadas a diferentes proveedores y que se adjuntan como anexos del presente proyecto.

Presupuesto enfoque #2				
Descripción	Unidad	Qt	Precio	Total
Luminaria Led Poste 67506527 65W 2700K	uds	2	₡ 74,166.75	₡ 148,333.50
Cable TGP NO. 2X12	mts	150	₡ 1,035.45	₡ 155,317.50
Linea Indrobox intemperie ticino 25501 caja 1 módulo	uds	1	₡ 4,997.98	₡ 4,997.98
Apagador bticino AM5001 SENC. 16A Matix	uds	1	₡ 2,273.95	₡ 2,273.95
Breaker CH Cutler Hammer CHF115	uds	1	₡ 5,555.43	₡ 5,555.43
Luminaria Led 208 Wing Led 48 2x18 P04812-36	uds	8	₡ 21,661.68	₡ 173,293.44
Sensor de ocupación de techo leviton ODC05-I1W 360° / 530 pies 120V	uds	11	₡ 84,000.00	₡ 924,000.00
Sensor infrarrojo para iluminación 3 m2 mínimo	uds	10	₡ 67,494.62	₡ 674,946.20
UPS 1.2KW / 1.44 KVA	uds	1	₡ 50,401.11	₡ 50,401.11
UPS 600W / 1 KVA	uds	1	₡ 81,205.76	₡ 81,205.76
UPS 330W / 550VA	uds	1	₡ 523,997.39	₡ 523,997.39
Protector de enchufe de salida única. DTK1FF de Ditek	uds	13	₡ 21,773.12	₡ 283,050.59
				<b>₡ 3,027,372.84</b>

Tabla 3.8: Presupuesto enfoque #2.

Fuente: Almacén Mauro / Anixter Costa Rica (Ver anexo #12 y #13).

### **3.5.3 Presupuesto implementación completa del sistema de energía solar. Enfoque #3.**

El presupuesto para el enfoque #3 está separado en tres apartados mencionados anteriormente, que contemplan un 50%, un 70% y un 100% del consumo total mensual del comercio.

Es importante comentar que hasta el momento los enfoques #1 y #2 son inversiones que el comercio debe realizar de contado, mientras que este último apartado contempla un plan de financiamiento debido al monto de de la inversión.

Este financiamiento conlleva el pago de una prima inicial de contado, y un plan de financiamiento a 10 años por el monto restante del sistema.

La vida útil del sistema de paneles solares es de 25 años aproximadamente según lo presentado por los proveedores, por lo que el período de recuperación se calculará en un primer plano respecto a los 10 años de financiamiento y también respecto a los 25 años de vida útil.



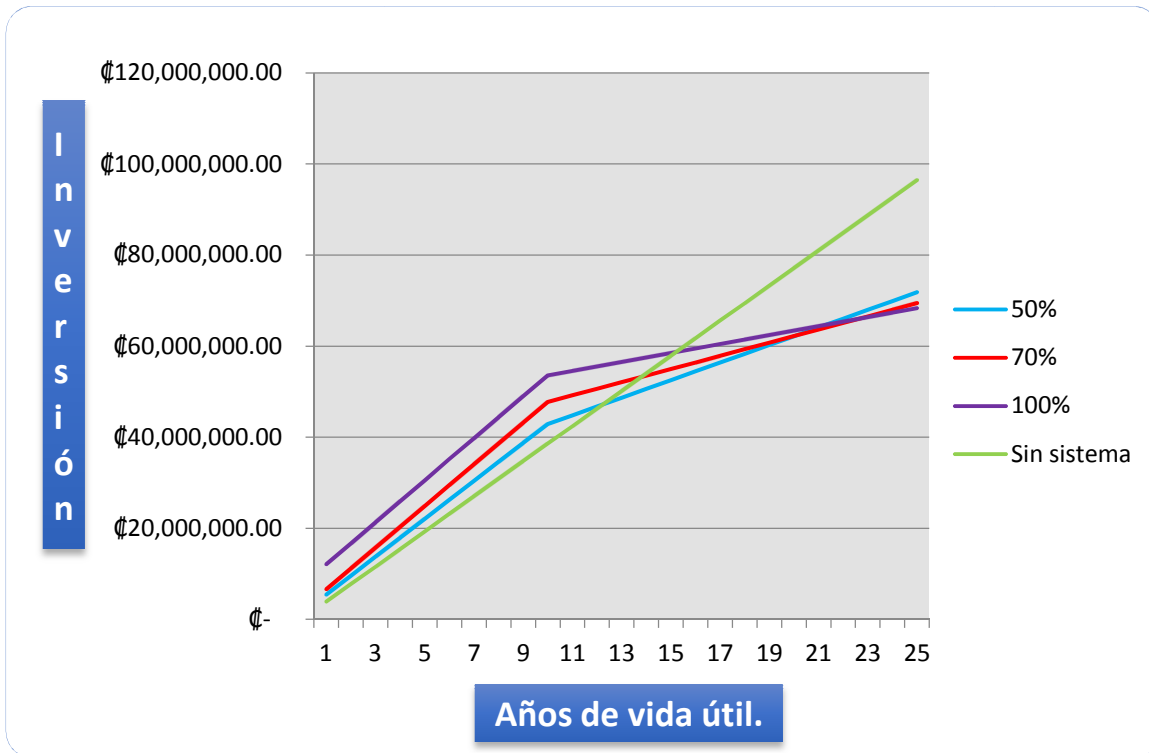


Figura 3.26: Comparación de propuestas para el sistema solar.  
Fuente: Propia.

<b>Presupuesto y plan de recuperación. Enfoque #3.</b>			
<b>Datos generales.</b>			
Promedio de consumo mensual (kWh)	3,408.00		
Promedio de pago mensual	₡ 321,374.40		
Total a pagar durante los próximos 10 años sin sistema solar. (Sin incrementos)	₡ 38,564,928.00		
Total a pagar durante los próximos 25 años sin sistema solar. (Sin incrementos)	₡ 96,412,320.00		
Costo de kWh adicional	₡ 94.30		
<b>Producción y costo de la energía invirtiendo en el sistema solar.</b>	<b>Propuesta al 50%</b>	<b>Propuesta al 70%</b>	<b>Propuesta al 100%</b>
Energía producida por la granja solar (kWh)	1,704.00	2,385.60	3,408.00
Energía inyectada a la red nacional (kWh)	0	869.04	1,704.00
49% de consumo gratuito de la red. (kWh)	0	425.83	834.96
Energía consumida de la red nacional a costo regular	1,704.00	1,278.17	869.04
Costo de la energía consumida a la red mensualmente a precio regular	₡ 160,687.20	₡ 120,531.47	₡ 81,950.47
Total a pagar durante los próximos 10 años. (Sin incrementos)	₡ 19,282,464.00	₡ 14,463,776.25	₡ 9,834,056.64
Total a pagar durante los próximos 25 años. (Sin incrementos)	₡ 48,206,160.00	₡ 36,159,440.62	₡ 24,585,141.60
<b>Financiamiento del sistema solar.</b>	<b>Propuesta al 50%</b>	<b>Propuesta al 70%</b>	<b>Propuesta al 100%</b>
Prima de contado.	₡ 1,281,100.00	₡ 2,051,025.00	₡ 7,458,900.00
Cuota del financiamiento.	₡ 186,024.00	₡ 260,148.40	₡ 302,484.50
Financiamiento al término de los 10 años.	₡ 22,322,880.00	₡ 31,217,808.00	₡ 36,298,140.00
Costo total del sistema al término del financiamiento.	₡ 23,603,980.00	₡ 33,268,833.00	₡ 43,757,040.00
<b>Retorno de la inversión y ahorros del sistema del solar.</b>	<b>Propuesta al 50%</b>	<b>Propuesta al 70%</b>	<b>Propuesta al 100%</b>
Costo total del sistema al término de los 10 años (Sin incrementos)	₡ 42,886,444.00	₡ 47,732,609.25	₡ 53,591,096.64
Costo total del sistema al término de los 25 años (Sin incrementos)	₡ 71,810,140.00	₡ 69,428,273.62	₡ 68,342,181.60
Ahorro total del sistema al término de los 10 años (Sin incrementos)	₡ (4,321,516.00)	₡ (9,167,681.25)	₡ (15,026,168.64)
Ahorro total del sistema al término de los 25 años (Sin incrementos)	₡ 24,602,180.00	₡ 26,984,046.38	₡ 28,070,138.40
Ahorro anual final.	₡ 984,087.20	₡ 1,079,361.86	₡ 1,122,805.54

Tabla 3.9: Presupuesto enfoque #3.

Fuente: Parasol Costa Rica. (Ver anexo #14, #15 y #16 .

### 3.5.4 Presupuesto total de proyecto.

Presupuesto		Inversión inicial.	Financiamiento a 10 años.
Enfoque #1		₡ 835,230.88	
Enfoque #2		₡ 3,027,372.84	
Enfoque #3			
	50%	₡ 1,281,100.00	₡ 22,322,880.00
	70%	₡ 2,051,025.00	₡ 31,217,808.00
	100%	₡ 7,458,900.00	₡ 36,298,140.00
<b>Presupuesto total contemplando los tres enfoques al 100%: ₡ 47,619,643.72</b>			

Tabla 3.10: Resumen del presupuesto total.  
Fuente: Propia.

## Conclusiones

1. La instalación actual cuenta con una serie de puntos críticos que contribuyen al alto consumo eléctrico e impacto ambiental del comercio, los mismos ubicados en el edificio del restaurante y distribuidos en las zonas de acometida y distribución en el cielo falso así como en la cocina y barra principalmente, para los cuales se plantearon una secuencia de pasos por seguir con el fin de resolverlos.
2. Actualmente el mercado nacional cuenta con una gama de productos novedosos, de bajo costo y sencilla implementación que permiten reducir el alto consumo eléctrico e impacto ambiental de una instalación eléctrica convencional. Este tipo de dispositivos tales como sensores de presencia para iluminación, protectores de picos y fuentes de poder ininterrumpidas, se promueven en el presente trabajo para atacar el problema por resolver.
3. Gracias a al estudio realizado se pudo demostrar que la energía renovable presente en sitio y con posibilidad de utilización para resolver el problema planteado es la energía solar.
4. La energía solar presente en el sitio puede ser explotada a través de un sistema de paneles solares como el planteado en el presente proyecto. El plano del la solución con su diagrama unifilar y el diseño tridimensional del sistema solar son parte los documentos que las compañías instaladoras presentan para la aprobación del proyecto ante el Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos, por lo que esta responsabilidad recae sobre la empresa que resulte adjudicada.
5. El presupuesto total del proyecto contemplando un implementación del 100% es de 47,619,643.72 colones, con una vida útil de 25 años y un retorno de inversión esperado en el decimo quinto año.

## Recomendaciones

1. Se recomienda realizar la implementación del sistema siguiendo el orden de los enfoques propuestos, esto con la intención de optimizar la instalación actual tanto como se pueda antes de implementar la solución solar.
2. Se recomienda corregir las partes identificadas del sistema eléctrico actual que no pudieron ser abarcadas por el enfoque #1 por su grado de afectación, esto con la intención de optimizar la red eléctrica actual y reducir el riesgo hacia las personas y la propiedad.
3. Se recomienda la implementación del sistema solar con capacidad para el 100% de la carga demandada por el comercio, esto basado en que el ahorro al final de su vida útil es mayor.
4. Se recomienda la implementación de una planta eléctrica de emergencia que pueda alimentar la operación del comercio en el caso en que el fluido eléctrico nacional sea cortado.
5. Se recomienda realizar un levantamiento de la red eléctrica actual y diseñar el plano correspondiente con la intención de mantenerse al día y respaldado para futuros crecimientos.
6. Se recomienda utilizar el agua de lluvia para funciones de limpieza o servicios sanitarios con el fin de ahorrar el agua potable y reducir la operación de la bomba para agua.
7. Se recomienda dimensionar el consumo del calentamiento de agua para lavado de trastos y confort en los baños a través de la solución solar y no por medio de calentadores solares de agua. Esto basado en la vida útil del sistema de paneles solares.

## Bibliografía

- Pymes El Financiero (2015, 19 de marzo). Consejos para disminuir el uso de energía en su pyme. *El Financiero*. Recuperado de: <https://www.elfinancierocr.com/pymes/consejos-para-disminuir-el-uso-de-energia-en-su-pyme/K5HV3KN7INCWTLVSCTNZUWI3YY/story/>
- Solano. J. (2016, 19 de agosto). Fallas eléctricas, la principal causa de incendios en el país. *CR Hoy.com*. Recuperado de: <https://www.crhoy.com/nacionales/fallas-electricas-la-principal-causa-de-incendios-en-el-pais/>
- REN21. Hallazgos Clave 2016. Renewable Energy. Recuperado de: [http://www.ren21.net/wpcontent/uploads/2016/06/GSR\\_2016\\_KeyFindings\\_SPANISH.pdf](http://www.ren21.net/wpcontent/uploads/2016/06/GSR_2016_KeyFindings_SPANISH.pdf)
- Bouexere, T., Houssou, J., Chambraud, A. (2017, 30 de marzo). Costa Rica y su electricidad verde: Joya como las hay pocas en el mundo de la protección del medioambiente. *Actualidad Latinoamericana*. Recuperado de: <https://actualidadlatinoamericanablog.wordpress.com/2017/03/30/costa-rica-y-su-electricidad-verde-joya-como-las-hay-pocas-en-el-mundo-de-la-proteccion-del-medioambiente/>
- Ulate, I., & Vargas, E. (2014). Metodología para elaborar una Tesis. Primera Edición. Costa Rica: EUNED.
- Hernández, R., Fernández-Collado, A. & Baptista, P. (2014). Metodología de la investigación. Sexta Edición. México: McGraw-Hill.

Hetpro Store.com (2017, 25 de mayo). Ley de Ohm – Voltaje, Corriente y Resistencia. Recuperado de: <https://hetpro-store.com/TUTORIALES/ley-de-ohm/>

Negocios El Financiero. (2016, 25 de diciembre). Tecnología LED gana más terreno. *El Financiero.com*. Recuperado de: <https://www.elfinancierocr.com/negocios/tecnologia-led-gana-mas-terreno/UP5QRXLTGBB2FJM4GOFDEGMESM/story/>

Guía sobre Tecnología. (2015). Consejería de Economía y Hacienda, Comunidad de Madrid. Recuperado de: <https://www.fenercom.com/pdf/publicaciones/Guia-sobre-tecnologia-LED-en-el-alumbrado-fenercom-2015.pdf>

González. R., (2013, 29 de julio). ¿Cómo funciona un detector de presencia?. Twenergy.com. Recuperado de: <https://twenergy.com/a/como-funciona-un-detector-de-presencia-912>

Bticino. Catálogo-Lightmanagement. Recuperado de: [http://www.bticino.cr/catalogos/catalogo\\_lightingmanagement.pdf](http://www.bticino.cr/catalogos/catalogo_lightingmanagement.pdf)

Grandesmedios. (2017, 16 de enero). Si las energías renovables son menos costosas, ¿por qué no se masifican?. Recuperado de: <https://www.grandesmedios.com/masificar-energias-renovables/>

López. P., (2018, 16 de abril). ¿Qué son las celdas solares orgánicas?. Twenergy.com. Recuperado de <https://twenergy.com/energia/energia-solar>

Purasol Paneles Solares. Recuperado de: <http://www.purasol.co.cr/es/products/solar-panels/>

Plantas Eléctricas. (2013, 7 de marzo). ¿Qué es una planta de emergencia?  
Recuperado de: <https://www.luzplantas.com/que-es-una-planta-de-emergencia/>



## Glosario

### **Azimut Solar:**

Ángulo que forma con el sur (en hemisferio norte) o con el norte (en hemisferio sur), la proyección sobre el plano horizontal de la línea recta que une la posición del Sol con el punto de observación, medido en sentido horario en el hemisferio norte y en sentido contrario en el sur, utilizando las proyecciones sobre el plano horizontal del punto de observación, y su valor es negativo durante la mañana (dirección Este),  $0^\circ$  o  $180^\circ$  al mediodía (dependiendo de los valores relativos de la declinación solar y la latitud local), y positivo después del mediodía (dirección Oeste).” (Real Academia Española)

**Elevación solar:** Ángulo entre la dirección del sol y el horizonte ideal.


**Horizonte topográfico:** Es el horizonte visible. Depende de las condiciones del relieve o paisaje.

**Horizonte del módulo:** Horizonte centrado en el centro de la tierra y no en los ojos del espectador. No depende de las condiciones del relieve o paisaje.

**Ocultación Solar:** Cuando un cuerpo celeste es tapado por otro cuerpo celeste que se coloca entre el primero y el espectador o sitio de interés.

## Anexos

## Anexo #1.

			<b>ESTUDIO DE CONSUMOS ACUMULADOS</b>			Nombre Físico: FAR1075	
						Fecha: 23-03-2018 13:10	
						Página: 1 / 1	
			DESDE: 1 - 2017	HASTA: 3 - 2018			
<b>Contrato</b> 339231 MADRIGAL ARAYA ROSA MILA							
<b>Dirección:</b> SI C.CHAVES BAR POTREROS 100-E							
<b>Localización:</b> 33-24-01260							
Período	Medidor	Tarifa	Lec. Anterior	Lec. Actual	Consumos	Demanda	Total
01-2017	V81294	COMERCIO Y SERVICIO [3.001 A 20.000]			3,090	0	296,272.00
02-2017	V81294	COMERCIO Y SERVICIO [3.001 A 20.000]			3,221	0	329,209.00
03-2017	V81294	COMERCIO Y SERVICIO [3.001 A 20.000]			3,053	0	291,624.00
04-2017	V81294	COMERCIO Y SERVICIO [3.001 A 20.000]			3,270	0	312,104.00
05-2017	V81294	COMERCIO Y SERVICIO [3.001 A 20.000]			3,623	0	360,185.00
06-2017	V81294	COMERCIO Y SERVICIO [3.001 A 20.000]			3,238	0	319,291.00
07-2017	V81294	COMERCIO Y SERVICIO [3.001 A 20.000]			3,399	0	341,171.00
08-2017	V81294	COMERCIO Y SERVICIO [3.001 A 20.000]			3,539	0	337,454.00
09-2017	V81294	COMERCIO Y SERVICIO [3.001 A 20.000]			3,604	0	345,917.00
10-2017	V81294	COMERCIO Y SERVICIO [3.001 A 20.000]			3,619	0	355,454.00
11-2017	V81294	COMERCIO Y SERVICIO [3.001 A 20.000]			3,408	0	349,586.00
12-2017	V81294	COMERCIO Y SERVICIO [3.001 A 20.000]			3,312	0	318,160.00
01-2018	V81294	COMERCIO Y SERVICIO [3.001 A 20.000]			3,600	0	389,116.00
02-2018	V81294	COMERCIO Y SERVICIO [3.001 A 20.000]			3,389	0	335,721.00
03-2018	V81294	COMERCIO Y SERVICIO [3.001 A 20.000]			3,358	0	325,777.00

Anexo #2.

310.15

ARTICLE 310 — CONDUCTORS FOR GENERAL WIRING

Table 310.15(B)(16) (formerly Table 310.16) Allowable Ampacities of Insulated Conductors Rated Up to and Including 2000 Volts, 60°C Through 90°C (140°F Through 194°F), Not More Than Three Current-Carrying Conductors in Raceway, Cable, or Earth (Directly Buried), Based on Ambient Temperature of 30°C (86°F)\*

Size AWG or kcmil	Temperature Rating of Conductor [See Table 310.104(A).]						Size AWG or kcmil
	60°C (140°F)	75°C (167°F)	90°C (194°F)	60°C (140°F)	75°C (167°F)	90°C (194°F)	
		Types RHW, THHW, THW, THWN, XHHW, USE, ZW	Types TBS, SA, SIS, FEP, FEPB, ML, RHH, RHW-2, THHN, THHW, THW-2, THWN-2, USE-2, XHH, XHHW, XHHW-2, ZW-2	Types TW, UF	Types RHW, THHW, THW, THWN, XHHW, USE	Types TBS, SA, SIS, THHN, THHW, THW-2, THWN-2, RHH, RHW-2, USE-2, XHH, XHHW, XHHW-2, ZW-2	
	COPPER			ALUMINUM OR COPPER-CLAD ALUMINUM			
18	—	—	14	—	—	—	—
16	—	—	18	—	—	—	—
14**	15	20	25	—	—	—	—
12**	20	25	30	25	20	25	12**
10**	30	35	40	35	30	35	10**
8	40	50	55	45	40	45	8
6	55	65	75	40	50	55	6
4	70	85	95	55	65	75	4
3	85	100	115	65	75	85	3
2	95	115	130	75	90	100	2
1	110	130	145	85	100	115	1
1/0	125	150	170	100	120	135	1/0
2/0	145	175	195	115	135	150	2/0
3/0	165	200	225	130	155	175	3/0
4/0	195	230	260	150	180	205	4/0
250	215	255	290	170	205	230	250
300	240	285	320	195	230	260	300
350	260	310	350	210	250	280	350
400	280	335	380	225	270	305	400
500	320	380	430	260	310	350	500
600	350	420	475	285	340	385	600
700	385	460	520	315	375	425	700
750	400	475	535	320	385	435	750
800	410	490	555	330	395	445	800
900	435	520	585	355	425	480	900
1000	455	545	615	375	445	500	1000
1250	495	590	665	405	485	545	1250
1500	525	625	705	435	520	585	1500
1750	545	650	735	455	545	615	1750
2000	555	665	750	470	560	630	2000

\*Refer to 310.15(B)(2) for the ampacity correction factors where the ambient temperature is other than 30°C (86°F).

\*\*Refer to 240.4(D) for conductor overcurrent protection limitations.

## Anexo #3.


**Solicitud de estudio de disponibilidad y reserva de capacidad**

N° de Trámite: \_\_\_\_\_

**Datos del cliente:**

Nombre: \_\_\_\_\_ Número de cédula: \_\_\_\_\_

Dirección de residencia del cliente: \_\_\_\_\_

Distrito: \_\_\_\_\_ Cantón: \_\_\_\_\_

Teléfono: \_\_\_\_\_ Celular: \_\_\_\_\_ Correo electrónico: \_\_\_\_\_

**Datos del Proyecto:**

Dirección de donde se ubicará el proyecto: \_\_\_\_\_

Distrito: \_\_\_\_\_ Cantón: \_\_\_\_\_

Número de medidor asociado al proyecto: \_\_\_\_\_

Número de contrato asociado al proyecto: \_\_\_\_\_

**Información técnica:**

	Monofásico	Trifásico
Tipo de Conexión		

	KW	KVA
Potencia estimada del sistema		

Voltaje de conexión a la red.	
-------------------------------	--

	Solar	Eólica	Hídrica	Biomasa	Otra (especifique)
Fuente de Energía					

	Fotovoltaica	Celdas Combinadas	Micro Hídrica	Eólica	Híbrida	Otra (especifique)
Tecnología						

**Firma del cliente**

Certifico que la información adjunta en esta aplicación es cierta y correcta.

Nombre del cliente \_\_\_\_\_ Cédula: \_\_\_\_\_

Firma: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_



## Anexo #5.



## MAXPOWER (1500 V) CS6U-315 | 320 | 325 | 330P

Canadian Solar's new 1500 V module is a product for high voltage systems, which can increase the string length of solar systems by up to 50%, saving BOS costs.



### KEY FEATURES

-  Designed for high voltage systems of up to 1500 V<sub>DC</sub>, saving on BoS costs
-  Cell efficiency of up to 18.8 %
-  Excellent module efficiency of up to 16.97 %
-  Outstanding low irradiance performance: 96.0 %
-  High PTC rating of up to 91.55 %
-  IP67 junction box for long-term weather endurance
-  Heavy snow load up to 5400 Pa, wind load up to 2400 Pa

25  
years

linear power output warranty

10  
yearsproduct warranty on materials  
and workmanship

### MANAGEMENT SYSTEM CERTIFICATES\*

ISO 9001:2008 / Quality management system  
ISO 14001:2004 / Standards for environmental management system  
OHSAS 18001:2007 / International standards for occupational health & safety

### PRODUCT CERTIFICATES\*

IEC 61215 / IEC 61730: VDE / CE  
UL 1703 / IEC 61215 performance: CEC listed (US)  
UL 1703: CSA / IEC 61701 ED2: VDE / IEC 62716: VDE / Take-e-way



\* As there are different certification requirements in different markets, please contact your local Canadian Solar sales representative for the specific certificates applicable to the products in the region in which the products are to be used.

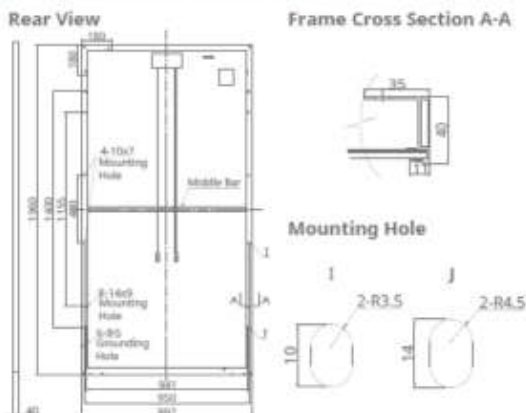
**CANADIAN SOLAR INC.** is committed to providing high quality solar products, solar system solutions and services to customers around the world. As a leading PV project developer and manufacturer of solar modules with over 15 GW deployed around the world since 2001, Canadian Solar Inc. (NASDAQ: CSIQ) is one of the most bankable solar companies worldwide.

### CANADIAN SOLAR INC.

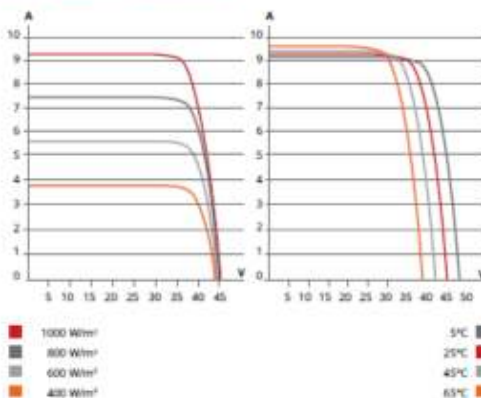
545 Speedvale Avenue West, Guelph, Ontario N1K 1E6, Canada, [www.canadiansolar.com](http://www.canadiansolar.com), [support@canadiansolar.com](mailto:support@canadiansolar.com)



**ENGINEERING DRAWING (mm)**



**CS6U-320P / I-V CURVES**



**ELECTRICAL DATA | STC\***

CS6U	315P	320P	325P	330P
Nominal Max. Power (Pmax)	315 W	320 W	325 W	330 W
Opt. Operating Voltage (Vmp)	36.6 V	36.8 V	37.0 V	37.2 V
Opt. Operating Current (Imp)	8.61 A	8.69 A	8.78 A	8.88 A
Open Circuit Voltage (Voc)	45.1 V	45.3 V	45.5 V	45.6 V
Short Circuit Current (Isc)	9.18 A	9.26 A	9.34 A	9.45 A
Module Efficiency	16.20%	16.46%	16.72%	16.97%
Operating Temperature	-40°C ~ +85°C			
Max. System Voltage	1500 V (IEC) or 1500 V (UL)			
Module Fire Performance	TYPE 1 (UL 1703) or CLASS C (IEC 61730)			
Max. Series Fuse Rating	15 A			
Application Classification	Class A			
Power Tolerance	0 ~ + 5 W			

\* Under Standard Test Conditions (STC) of irradiance of 1000 W/m², spectrum AM 1.5 and cell temperature of 25°C.

**MECHANICAL DATA**

Specification	Data
Cell Type	Poly-crystalline, 6 inch
Cell Arrangement	72 (6 × 12)
Dimensions	1960 × 992 × 40 mm (77.2 × 39.1 × 1.57 in)
Weight	22.4 kg (49.4 lbs)
Front Cover	3.2 mm tempered glass
Frame Material	Anodized aluminium alloy
J-Box	IP67, 3 diodes
Cable	PV1500DC-F1 4 mm² (IEC) & 12 AWG 2000 V (UL), 1160 mm (45.7 in)
Connector	T4 series or PV2 series
Per Pallet	26 pieces, 635 kg (1400 lbs)
Per container (40' HQ)	624 pieces

**ELECTRICAL DATA | NOCT\***

CS6U	315P	320P	325P	330P
Nominal Max. Power (Pmax)	228 W	232 W	236 W	239 W
Opt. Operating Voltage (Vmp)	33.4 V	33.6 V	33.7 V	33.9 V
Opt. Operating Current (Imp)	6.84 A	6.91 A	6.98 A	7.05 A
Open Circuit Voltage (Voc)	41.5 V	41.6 V	41.8 V	41.9 V
Short Circuit Current (Isc)	7.44 A	7.50 A	7.57 A	7.66 A

\* Under Nominal Operating Cell Temperature (NOCT), irradiance of 800 W/m², spectrum AM 1.5, ambient temperature 20°C, wind speed 1 m/s.

**TEMPERATURE CHARACTERISTICS**

Specification	Data
Temperature Coefficient (Pmax)	-0.41 % / °C
Temperature Coefficient (Voc)	-0.31 % / °C
Temperature Coefficient (Isc)	0.053 % / °C
Nominal Operating Cell Temperature	45±2 °C

**PERFORMANCE AT LOW IRRADIANCE**

Outstanding performance at low irradiance, average relative efficiency of 96.0 % from an irradiance of 1000 W/m² to 200 W/m² (AM 1.5, 25°C).

The specification and key features described in this datasheet may deviate slightly and are not guaranteed. Due to on-going innovation, research and product enhancement, Canadian Solar Inc. reserves the right to make any adjustment to the information described herein at any time without notice. Please always obtain the most recent version of the datasheet which shall be duly incorporated into the binding contract made by the parties governing all transactions related to the purchase and sale of the products described herein.

Caution: For professional use only. The installation and handling of PV modules requires professional skills and should only be performed by qualified professionals. Please read the safety and installation instructions before using the modules.

**PARTNER SECTION**



## Anexo #6

## Enphase IQ 6 and IQ 6+ Microinverters

The high-powered smart grid-ready **Enphase IQ 6 Micro™** and **Enphase IQ 6+ Micro™** dramatically simplify the installation process while achieving the highest efficiency for module-level power electronics.

Part of the Enphase IQ System, the IQ 6 and IQ 6+ Micro integrate seamlessly with the Enphase IQ Envoy™, Enphase Q Aggregator™, Enphase IQ Battery™, and the Enphase Enlighten™ monitoring and analysis software.

The IQ 6 and IQ 6+ Micro extend the reliability standards set forth by previous generations and undergo over a million hours of power-on testing, enabling Enphase to provide an industry-leading warranty of up to 25 years.



### Easy to Install

- Lightweight and simple
- Faster installation with improved two-wire cabling
- Built-in rapid shutdown compliant (NEC 2014 & 2017)

### Productive and Reliable

- Optimized for high powered 60-cell and 72-cell\* modules
- More than a million hours of testing
- Class II double-insulated enclosure
- UL listed

### Smart Grid Ready

- Complies with fixed power factor, voltage and frequency ride-through requirements
- Remotely updates to respond to changing grid requirements
- Configurable for varying grid profiles
- Meets CA Rule 21 (UL 1741-SA)

\* The IQ 6+ Micro is required to support 72-cell modules



To learn more about Enphase offerings, visit [enphase.com](https://enphase.com)





## Enphase IQ 6 and IQ 6+ Microinverters

INPUT DATA (DC)	IQ6-60-2-US / IQ6-60-5-US		IQ6PLUS-72-2-US / IQ6PLUS-72-5-US	
Commonly used module pairings <sup>1</sup>	195 W - 330 W +		235 W - 400 W +	
Module compatibility	60-cell PV modules only		60-cell and 72-cell PV modules	
Maximum input DC voltage	48 V		62 V	
Peak power tracking voltage	27 V - 37 V		27 V - 45 V	
Operating range	16 V - 48 V		16 V - 62 V	
Min/Max start voltage	22 V / 48 V		22 V / 62 V	
Max DC short circuit current (module Isc)	15 A		15 A	
Oversoltage class DC port	II		II	
DC port backfeed under single fault	0 A		0 A	
PV array configuration	1 x 1 ungrounded array; No additional DC side protection required. AC side protection requires max 20A per branch circuit			
OUTPUT DATA (AC)	IQ 6 Microinverter		IQ 6+ Microinverter	
Peak output power	240 VA		290 VA	
Maximum continuous output power	230 VA		280 VA	
Nominal (L-L) voltage/range <sup>2</sup>	240 V / 211-264 V		240 V / 211-264 V	
Maximum continuous output current	0.96 A		1.11 A	
Nominal frequency	60 Hz		60 Hz	
Extended frequency range	47 - 68 Hz		47 - 68 Hz	
Power factor at rated power	1.0		1.0	
Maximum units per 20 A (L-L) branch circuit	16 (240 VAC)		13 (240 VAC)	
	14 (208 VAC)		11 (208 VAC)	
Oversoltage class AC port	III		III	
AC port backfeed under single fault	0 A		0 A	
Power factor (adjustable)	0.7 leading ... 0.7 lagging		0.7 leading ... 0.7 lagging	
EFFICIENCY	@240 V	@208 V	@240 V	@208 V
CEC weighted efficiency	97.0 %		97.0 %	
MECHANICAL DATA				
Ambient temperature range	-40°C to +65°C			
Relative humidity range	4% to 100% (condensing)			
Connector type	MC4 (-2-US) or Amphenol H4 UTX (-5-US)			
Dimensions (WxHxD)	219 mm x 191 mm x 37.9 mm (without bracket)			
Weight	1.5 kg (3.3 lbs)			
Cooling	Natural convection - No fans			
Approved for wet locations	Yes			
Pollution degree	PD3			
Enclosure	Class II double-insulated			
Environmental category / UV exposure rating	Outdoor - NEMA 250, type 6 (IP67)			
FEATURES				
Communication	Power line			
Monitoring	Enlighten Manager and MyEnlighten monitoring options Compatible with Enphase IQ Envoy			
Disconnecting means	The AC and DC connectors have been evaluated and approved by UL for use as the load-break disconnect required by NEC 690.			
Compliance	CA Rule 21 (UL 1741-SA) UL 62109-1, UL1741/IEEE1547, FCC Part 15 Class B, ICES-0003 Class B, CAN/CSA-C22.2 NO. 107.1-01 This product is UL Listed as PV Rapid Shut Down Equipment and conforms with NEC-2014 and NEC-2017 section 690.12 and C22.1-2015 Rule 64-218 Rapid Shutdown of PV Systems, for AC and DC conductors, when installed according manufacturer's instructions.			

1. No enforced DC/AC ratio. See the compatibility calculator at [enphase.com/en-us/support/module-compatibility](http://enphase.com/en-us/support/module-compatibility).
2. Nominal voltage range can be extended beyond nominal if required by the utility.

To learn more about Enphase offerings, visit [enphase.com](http://enphase.com)

© 2017 Enphase Energy. All rights reserved. All trademarks or brands used are the property of Enphase Energy, Inc. 2017-09-11



## Anexo #7.

## IQ Envoy de Enphase

El portal de comunicaciones **IQ Envoy™** de Enphase envía los datos de producción solar y de consumo de energía al software de análisis y monitoreo de Enlighten de Enphase™ para lograr un mantenimiento y una administración totales y remotos del sistema IQ de Enphase.

El IQ Envoy, con opciones de medición de producción integrada y monitoreo de consumo de tipo comercial opcional, es la plataforma para la administración total de la energía y se combina con IQ Battery™ de Enphase.



### Inteligente

- Permite el monitoreo y el control basados en la web
- Comunicaciones bidireccionales para actualizaciones remotas

### Sencillo

- Fácil configuración del sistema con la aplicación móvil Installer Toolkit™ de Enphase
- Conexión flexible en red mediante Wi-Fi, Ethernet o celular

### Confiable

- Diseñado para instalaciones en interiores o exteriores
- Garantía de cinco años



**LISTED**

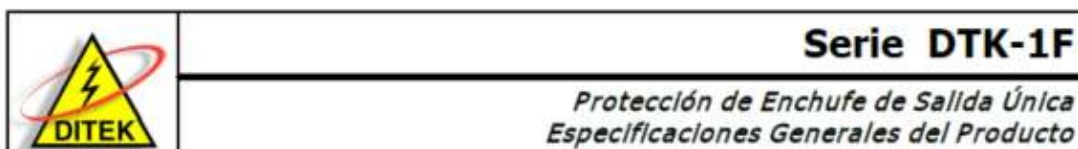
Para obtener más información sobre las soluciones de Enphase, visite [enphase.com](http://enphase.com)



## IQ Envoy de Enphase

NÚMEROS DE MODELO	
IQ Envoy™ de Enphase ENV-IQ-4M1-240	Paral de comunicaciones del IQ Envoy de Enphase con medición integrada de la producción fotovoltaica de tipo comercial (ANSI C12.20 +/- 0,5 %) y monitores opcional del consumo (+/- 2,5 %)
ACCESORIOS (puedo por separado)	
Enphase Modulo Connect™ CELLMODEM-01 (30) CELLMODEM-03 (40)	Módem celular plug-and-play de calidad industrial con plan de datos de otros años para sistemas de hasta 80 microwerders. (Disponible en EE.UU., Canadá, México, Puerto Rico y en las Islas Vírgenes de EE.UU., en donde hay servicio celular adecuado dentro del área de instalación.)
TC de monitores de consumo CT-200-SPLIT	Los transformadores de corriente de núcleo dividido permiten la medición del consumo de toda el hogar (+/- 2,5 %)
REQUISITOS DE ALIMENTACION	
Requisitos de alimentación	120/240 V CA (fase dividida) Se necesita una protección contra sobrecargas de 20 A más.
CAPACIDAD	
Número de microwerders anclados	Hasta 800
DATOS MECÁNICOS	
Dimensiones (An. x Al. x Pn.)	21,3 x 12,8 x 4,5 cm (8,4 x 5 x 1,8 pulg.)
Peso	496 g (17,5 oz)
Intervalo de temperatura ambiente	De -40° a 65 °C (de -40° a 149 °F) De -40° a 45 °C (de -40° a 115 °F) si se instala en una caja
Clasificación ambiental	IP30. Para instalación en interiores o en una caja 3R de tipo NEMA, certificada por NRTL.
Altitud	Hasta 2000 metros (6560 pies)
OPCIONES DE CONEXION A INTERNET	
Wi-Fi integrado	802.11b/g/n
Ethernet	Cable Ethernet UTP Cat.5E (o Cat.6) 802.3 (no incluido)
Celular	Opcional: CELLMODEM-01 (30) o CELLMODEM-03 (40) (no incluido)
CUMPLIMIENTO	
Complimiento	UL 916 CAN/CSA C22.2 núm. 97010-1 47 CFR, Parte 15, Clase B, ICES 003 IEC/EN 61010-1:2010 EN50065-1, EN61000-4-0, EN61000-6-1, EN61000-6-2 Medición: ANSI C12.20 precisión clase 0.5

## Anexo #8



Protectores contra sobretensiones DITEK con salida única proveen una fuerte protección a un costo razonable. El diseño de tornillo central que sujeta el protector al enchufe y, si instalado, un transformador, a la pared evita desconexiones accidentales. Modelos están disponibles para proteger las líneas eléctricas CA y telefónicas.



DTK-1F

DTK-1FF

**DTK-1F DTK-1FF****Características del Producto**

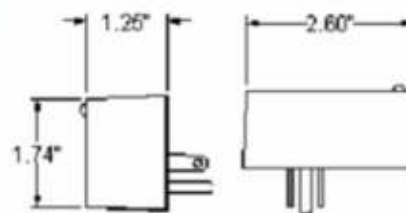
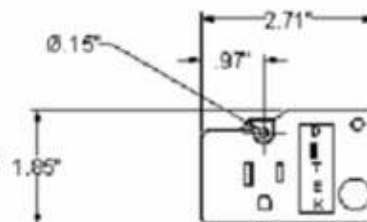
- Tomacorriente con toma única protege CA para los equipos críticos
- Tornillo central asegura el protector al enchufe y también puede asegurar un transformador conectado
- LED de diagnóstico indica alimentación, presencia de tierra y la función del supresor
- Garantía Limitada de 10 Años

**Guía de Selección**

- Protección CA – 32,000A: **DTK-1F**
- Protección CA y Telco: **DTK-1FF**

**Specifications**

**Aprobación de Agencia:** UL1449, 3ª Edición, UL497A  
**Servicio de Voltaje:** 110-120VCA  
**MCOV: (Máximo Voltaje de Funcionamiento Continuo)** 127VCA (Alimentación y Telco)  
**Conexión:** Enchufe Directo: (CA); RJ11/14 (1FF)  
**Corriente Continua:** 15A (CA), 125mA (Telco)  
**Sobretensión Máxima:** 40,000A (1F); 30,000A (1FF)  
**Sobrecarga de Energía Máxima:** 720 Julios (1F); 520 Julios (1FF)  
**Modos de Protección:** L-G, L-N, N-G (CA); Tip-G, Ring-G, Tip-Ring (Telco)  
**U.L. 1449 VPR:** 500V  
**Índice de Temperatura:** 0°C – 40°C (32°F – 104°F)  
**LED de Diagnóstico:** Verde  
**Dimensiones:** 2.71" x 1.85" x 1.25"  
 (69mm x 47mm x 32mm)  
**Peso:** .25lb (113g)  
**Carcasa:** ABS (termoplástico)



One DITEK Center  
1720 Starkey Road  
Largo, FL 33771

1-800-753-2345 Directo: 727-812-5000  
Apoyo Técnico: 1-888-472-6100  
[www.ditekcorp.com](http://www.ditekcorp.com)

Document: SPS-100001-002 Rev 9 6/13  
©2013 DITEK Corp.  
Especificación Sujeta a Cambios

## Anexo #10

**TELEFONO 2549-6000**  
**SAN JOSE Fax 2223-3071**  
**SABANA Fax 2220-4456**  
**GUANACASTE 2667-0560**  
**Fax 2667-0542**

**ALMACEN MAURO, S.A.**  
**CEDULA JURIDICA No. 3-101-003233-22**  
**ILUMINACIÓN Y MATERIALES ELÉCTRICOS**

**IMPORTADORES**

**MAYORISTAS**

**DISTRIBUIDORES**

**PROFORMA No. : PECOT00019159**

Página 1 / 2

08/04/2018 04:50:10PM

Bar & Rest Los Potreros.

Tel# 0000-0000

Fax:

En atención a su amable solicitud de precios, nos es muy grato cotizarle lo siguiente:

Línea	Código	Descripción	Cantidad	Precio Un.	Total
1	01-2624	CABLE TGP NO. 3X10	5.00	2,347.65	11,738.25
2	01-2611	CABLE TGP NO. 2X12	50.00	1,035.45	51,772.50
3	01-0384	CABLE THHN - UL NO. 4 BLANCO EN METROS 21.15MM2	70.00	2,052.31	143,661.70
4	01-2611	CABLE TGP NO. 2X12	10.00	1,035.45	10,354.50
5	06-3024	CAJA CONDUIT AMERICANA UL RECTANGULAR 3 GANG 2 1/2-3 3/4	1.00	4,335.00	4,335.00
6	06-2494	ARO DE REPELLO 8" X 3/16" 3GC (COV343) 3GANG	1.00	2,822.40	2,822.40
7	09-3091	PLACA CABLEADO ESTRUCTURADO LEVITON 42080 - 2WS(FPL12)DOS PUERTOS BLANCA	1.00	1,124.00	1,124.00
8	09-2210	JACK GIGAMAX LEVITON 5G108-RR5 RJ-45 CAT.5E - ROJO	1.00	2,072.00	2,072.00
9	09-2205	JACK GIGAMAX LEVITON 5G108-RL5 RJ-45 CAT.5E - AZUL	1.00	2,072.00	2,072.00
10	06-2256	CAJA CONDUIT AMERICANA UL RECTANGULAR 1/2"	10.00	460.00	4,600.00
11	06-2269	CAJA CONDUIT AMERICANA UL OCTOGONAL 1/2"	20.00	453.00	9,060.00
12	15-5530	CURVA 90GRADOS PVC-TIPO A NORMA UL-INTEC 2019660 1/2" 12mm HEMBRA/HEMBRA	10.00	446.40	4,464.00
13	06-0590	CURVA EMT 1/2" 12MM UL	3.00	472.00	1,416.00
14	06-0591	CURVA EMT 3/4" 18MM. UL	4.00	480.05	1,920.20
15	15-5520	CONECTOR MACHO PVC-TIPO A NORMA UL-INTEC 2019648 1/2" 12mm	50.00	128.88	6,444.00
16	06-0353	CONECTORES EMT PRESION 1/2" 12MM.	10.00	225.00	2,250.00
17	06-0358	CONECTORES EMT PRESION 3/4" 18MM.	6.00	296.00	1,776.00
18	09-8832	APAGADOR DECORA DOBLE GRADO COMERCIAL 5634-W BLANCO, 1V./15AMP DOBLE	5.00	5,424.00	27,120.00
19	09-3178	PATCH CORD GIGAMAX LEVITON 5G460-3L CAT.5E AZUL 3 PIES	4.00	1,299.00	5,196.00
20	09-3193	PATCH CORD GIGAMAX LEVITON 5G460-7L CAT.5E AZUL 7 PIES	1.00	1,854.00	1,854.00
21	09-3091	PLACA CABLEADO ESTRUCTURADO LEVITON 42080 - 2WS(FPL12)DOS PUERTOS BLANCA	2.00	1,124.00	2,248.00
22	09-2205	JACK GIGAMAX LEVITON 5G108-RL5 RJ-45 CAT.5E - AZUL	2.00	2,072.00	4,144.00
23	09-2210	JACK GIGAMAX LEVITON 5G108-RR5 RJ-45 CAT.5E - ROJO	2.00	2,072.00	4,144.00
24	09-1507	TOMACORRIENTE INDUSTRIAL 5206-S10 125V-250V 3P. GDO ESP.IND ( NEMA 10-50R )	1.00	3,052.00	3,052.00
25	09-1161	PLACA 84028 P/TOMA 50A RECT. (SS724)	1.00	986.00	986.00
26	09-8595	TOMA FALLA A TIERRA DECORA GFTR2-W (X7899-00W) BLANCO 20A/ 125V.	15.00	11,288.00	169,320.00
27	06-0130	TUBO EMT RYMCO UL 1/2" 12MM.	4.00	1,779.75	7,119.00
28	06-0131	TUBO EMT RYMCO UL 3/4" 18MM.	2.00	3,182.20	6,364.40
29	15-5500	TUBERÍA PVC-TIPO A NORMA UL-INTECO 2019562 1/2" 12mm	10.00	1,142.64	11,426.40
30	06-0165	UNION EMT PRESION 1/2" 12MM.	6.00	285.00	1,710.00
31	06-0169	UNION EMT PRESION 3/4" 18MM.	4.00	328.00	1,312.00

TELEFONO 2549-6000  
 SAN JOSE Fax 2223-3071  
 SABANA Fax 2220-4456  
 GUANACASTE 2667-0560  
 - 2667-0542

ALMACEN MAURO, S. A.  
 CEDULA JURIDICA No. 3-101-003233-22  
 ILUMINACIÓN Y MATERIALES ELÉCTRICOS

IMPORTADORES  
 MAYORISTAS  
 DISTRIBUIDORES

PROFORMA No.: PECOT00019159

Página 2 / 2

/2018 12:00:00AM 04:50:10PM

Cliente: 01

Bar & Rest Los Poteros.

Telf: Fax:

En atención a su amable solicitud de precios, nos es muy grato cotizarle lo siguiente:

Línea	Código	Descripción	Cantidad	Precio Uni.	Total
32	15-5510	UNION PVC-TIPO A NORMA UL-INTECO 2025012 1/2" 12mm	10.00	102.96	1,029.60

Condición de Pago: 0 CONTADO

Sujeto IV.: 508,907.95

Exento: 0.00

Subtotal: 508,907.95

Vigencia: 1 Día

Embarcar a: SAN JOSE CONTADO

Dirección Embarque: ND

: CONTADO SAN JOSE

Observaciones: LOCAL DE ENTRAGA: SAN JOSE.:

(+) Imp. Ventas: 66,158.03

Total General **575,065.98**

COLONES CR.

04/08/2018

Nuestras ventas son exclusivamente al detalle. Gracias por preferirnos.

Vendedor: 36 NAVARRO VARGAS MARIO



## Anexo #11

**Ferreteria Brenes S.A**

100 MTRS OESTE DEL BANCO NACIONAL  
HEREDIA, COSTA RICA  
TEL: 2261-6055 FAX: 2262-7818  
CED JURIDICA 3-101-09000-06

**FACTURA PROFORMA****175477**

FECHA 04/08/2018

**Codigo: Contado Ferre****Cliente: ABRAHAM HERRERA****TEL:****DIRECCION** BAR & RESTAURANTE LOS POTREROS

N°	CANT	CODIGO	UNI	DETALLE	DESC	P/UNIT	IV	TOTAL
1	5	017600119	MTS	VIAKON CABLE #10 ROJO (METRO) (UL)	24.00	370.92	IV	1,854.59
2	50	017200024	MTS	VIAKON CORDON TGP 2*12 AWG (UL)	25.00	728.75	IV	36,437.25
3	30	017600085	MTS	VIAKON CABLE #4 BLANCO (METRO) (UL)	25.00	1,471.01	IV	44,130.15
4	70	017600091	MTS	VIAKON CABLE #4 AZUL (METRO) (UL)	25.00	1,471.01	IV	102,970.35
5	10	017400020	MTS	VIAKON CORDON TSJ 3*14	24.00	680.97	IV	6,809.68
6	1	016100187	UNID	EMT CAJA 3GANG	15.00	5,168.77	IV	5,168.77
7	1	011600073	UNID	LG GABINETE DISTRIBUCION EN1200	15.00	24,571.80	IV	24,571.80
8	10	016100026	UNID	EMT CAJA RECTANGULAR 1/2*3/4" UL	15.00	510.09	IV	5,100.85
9	20	016100146	UNID	EMT CAJA OCTAGONAL PESADA UL 127 1/2*3/4" (8 LADOS)	15.00	438.27	IV	8,765.37
10	10	020400042	UNID	PVC CURVA CONDUIT TIPO A 1/2*90 UL 2016660	45.00	341.00	IV	3,410.00
11	3	016100121	UNID	EMT CURVA 1/2" UL	15.00	425.99	IV	1,277.96
12	4	016100122	UNID	EMT CURVA 3/4" UL	15.00	538.05	IV	2,152.20
13	50	020400030	UNID	PVC CONECTOR CONDUIT TIPO A 1/2" UL 2016648	45.00	98.45	IV	4,922.50
14	10	016100036	UNID	EMT CONECTOR TORNILLO 1/2" UL	15.00	117.05	IV	1,170.45
15	6	016100053	UNID	EMT CONECTOR TORNILLO 3/4" UL	15.00	170.51	IV	1,023.06
16	1	013000117	UNID	G&E EXTENSION PATCH CORD 7FT CAT-6E AZUL (33757)	15.00	2,671.13	IV	2,671.13
17	2	010400072	UNID	BT MODUS STYLE TOMA DOBLE P/TELEF RJ11 4H BLANCO AE2282EB	35.00	2,230.80	IV	4,461.60
18	2	015300073	UNID	EAGLE TOMA EMPOTR #32 50A 125V/250V	15.00	1,851.53	IV	3,703.06
19	2	015300074	UNID	EAGLE PLACA METAL CUADRAD 327A P/TOMA #32 50A	15.00	743.68	IV	1,487.36
20	15	010600025	UNID	BT DOMINO SENCIA TOMA FALLA TIERRA GFCI AP1228GF	28.00	6,525.36	IV	97,880.40
21	4	016100099	UNID	EMT TUBO 3MTS 1/2" UL	15.00	1,670.01	IV	6,680.05
22	2	016100130	UNID	EMT TUBO 3MTS 3/4" UL	15.00	3,239.02	IV	6,478.04
23	10	020400023	UNID	PVC TUBO CONDUIT TIPO A 1/2" UL 2016662	45.00	872.85	IV	8,728.50
24	6	016100004	UNID	EMT UNION TORNILLO 1/2" UL	15.00	113.95	IV	683.71
25	4	016100009	UNID	EMT UNION TORNILLO 3/4" UL	15.00	184.45	IV	737.80

**Ferreteria Brenes S.A**

100 MTRS OESTE DEL BANCO NACIONAL  
 HEREDIA, COSTA RICA  
 TEL: 2261-8055 FAX: 2262-7818  
 CED JURIDICA 3-101-09000-06

**FACTURA PROFORMA****175477**

FECHA 04/08/2018

Codigo: Contado Ferre

Cliente: ABRAHAM HERRERA

TEL:

DIRECCION BAR &amp; RESTAURANTE LOS POTREROS

N°	CANT	CODIGO	UNI	DETALLE	DESC	P/UNIT	IV	TOTAL
26	10	020400036	UND	PVC UNION CONDUIT TIPO A 1/2" UL 2025012	45.00	78.85	IV	788.50

SUBTOTAL

COL 384,063.13

IMP. DE VENTAS

COL 49,928.21

TOTAL PROFORMA NETO

COL 433,991.34

OBSERVACION: GRACIAS POR PREFERIRNOS, CUALQUIER CONSULTA NO DUDE EN  
 LLAMARNOS, ESTAMOS PARA SERVIRLES

\*\*\* EL TRANSPORTE ES GRATUITO \*\*\*

\*\*\*\*APLICAN RESTRICCIONES\*\*\*\*

Tiempo de Entrega: 1 DIA

Vigencia de la Oferta: 8 DIAS

Garantía de Producto:

Tiempo de Respuesta de Garantía:

Forma de Pago: CONTADO

Les Atendio: JAIRO VARGAS

**\*\* SE COTIZA SEGUN INTERPRETACION DE LO DESCRITO EN LA LISTA , FAVOR REVISAR \*\* SE  
 COTIZA LO DISPONIBLE SOLAMENTE .**



## Anexo #12

TELEFONO 2549-6000  
 SAN JOSE Fax 2223-3871  
 SABANA Fax 2220-4456  
 GUANACASTE 2667-8560  
 Fax 2667-8542

ALMACEN MAURO, S.A.  
 CEDULA JURIDICA No. 3-101-003255-22  
 ILUMINACIÓN Y MATERIALES ELÉCTRICOS

IMPORTADORES  
 MAYORISTAS  
 DISTRIBUIDORES

PROFORMA No.: PECOT00019180

Página 1 / 1

08/04/2018 04:49:16PM

Bar & Rest Los Potros.

Tel: 0000-0000

Fax:

En atención a su amable solicitud de precios, nos es un gusto cotizarle lo siguiente:

Línea	Código	Descripción	Cantidad	Precio Uni.	Total
1	95E-6280	95 Láminas Led Fuente 67504537A-65W 2700K 6050lm c/m (ESTE ARTICULO NO ACEPTA DEVOLUCIONES)	2.00	74,166.75	148,333.50
2	01-2611	CABLE TGP NO. 2X12	150.00	1,033.43	155,014.50
3	10-1061	LINEA IDROBOX INTEMPERIE TICNO 25501 CAJA 1 MODULO 25501	1.00	4,899.98	4,899.98
4	10-0180	APAGADOR BTICNO AM5001 SENC. 16A. MATIX	1.00	2,275.93	2,275.93
5	01-0699	BREAKER C.H. CUTLER HAMMER CHF113	1.00	5,533.43	5,533.43
6	13-2385	LUMINARIA LED 308 WDOG LED 48 2X18 P04813-36	8.00	21,671.68	173,373.44
7	08-9817	SENSOR DE OCUPACION DE TECHO LEVITON ODC08-21W 360° / 530 PIES*, 120 V INFRARR. GRAD COM	10.00	67,474.92	674,749.20
				Supero 1V:	1,164,603.00
Condición de Pago: 0 CONTADO				Exento:	0.00
				Subtotal:	1,164,603.00

Vigencia: 1 Día  
 Embarcar a: SAN JOSE CONTADO  
 Dirección Embarque: ND  
 CONTADO SAN JOSE

Observaciones: LOCAL DE ENTRAGA: SAN JOSE.

(\*) Imp. Ventas 151,398.30

Total General: **1,316,001.30**

COLONES CB.

04/08/2018





Nuestras ventas son exclusivamente al detalle. Gracias por preferirnos.

Vendedor: 36 NAUABRO VARGAS MARIO

Firma: \_\_\_\_\_

Servicio a Domicilio Disponible: Toda entrega queda sujeta a Cargos de Transporte

## Anexo #13

 <p>Anixter de Costa Rica, S.A. 300 N. Y 123 O de Torre Mercedes Desarrollo IRIDA, Local 425 Tel: (506) 2647-1820 Fax: (506) 2259-3873</p>	<p>Infrastructure as a Platform by ANIXTER</p>   																																																																																	
<h3>COTIZACION</h3> <p>Verificar Condiciones de Venta</p>																																																																																		
<p><b>Fecha:</b> domingo 5 de agosto de 2016  <b>Cliente:</b> Bar &amp; Rest. Los Potreros  <b>Proyecto:</b> Optimización del edificio.  <b>Cotización:</b> 01160716  <b>Attn:</b> Abraham Herrera</p>																																																																																		
<p><b>CONDICIONES COMERCIALES</b></p> <p><b>Lugar de entrega:</b> San Jose, Costa Rica  <b>Tiempo de entrega:</b> Detalle por línea. Sujeto a fabrica  <b>Validez de la oferta:</b> 30 DIAS  <b>Forma de Pago:</b> NET30, sujeto a aprobación de credito  <b>Moneda:</b> Dolares americanos  <b>Notas:</b> Para artículos que contienen cobre, validez de la oferta 15 días          Los artículos que no son perfil de inventario, después de procesada la orden "No son retornables Ni cancelables"</p>																																																																																		
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Item</th> <th>No de Parte</th> <th>Cantidad</th> <th>UM</th> <th>Descripción</th> <th>Fabricante</th> <th>Precio Unitario</th> <th>Precio Extendido</th> <th>Disponibilidad</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>BE550G-LM</td> <td>1</td> <td>EA</td> <td>APC Back-UPS ES II Outlet 550VA 120V LAM</td> <td>APC</td> <td>\$77.57</td> <td>\$77.57</td> <td>4-5 semanas</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>BX1000L-LM</td> <td>1</td> <td>EA</td> <td>APC Back-UPS 1000VA, 120V, AVR, LAM</td> <td>APC</td> <td>\$124.98</td> <td>\$124.98</td> <td>4-5 semanas</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>SMK1500RMU</td> <td>1</td> <td>EA</td> <td>APC Smart-UPS X 1500VA Rack/Tower LCD 120V</td> <td>APC</td> <td>\$806.46</td> <td>\$806.46</td> <td>4-5 semanas</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>DTX-1FF</td> <td>1</td> <td>EA</td> <td>1 pair, 130V, RJ11 In/Out Modular Jack (w/patch cord) and 120VAC power protection, single outlet w/Retention Screw</td> <td>Delta</td> <td>\$33.51</td> <td>\$33.51</td> <td>4-5 semanas</td> </tr> <tr> <td colspan="8" style="text-align: center;">- UL -</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="7" style="text-align: right;"><b>Subtotal</b></td> <td><b>\$1,042.52</b></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="7" style="text-align: right;"><b>Imp Ventas</b></td> <td><b>\$135.53</b></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="7" style="text-align: right;"><b>Total</b></td> <td><b>\$1,178.05</b></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		Item	No de Parte	Cantidad	UM	Descripción	Fabricante	Precio Unitario	Precio Extendido	Disponibilidad	1	BE550G-LM	1	EA	APC Back-UPS ES II Outlet 550VA 120V LAM	APC	\$77.57	\$77.57	4-5 semanas	2	BX1000L-LM	1	EA	APC Back-UPS 1000VA, 120V, AVR, LAM	APC	\$124.98	\$124.98	4-5 semanas	3	SMK1500RMU	1	EA	APC Smart-UPS X 1500VA Rack/Tower LCD 120V	APC	\$806.46	\$806.46	4-5 semanas	4	DTX-1FF	1	EA	1 pair, 130V, RJ11 In/Out Modular Jack (w/patch cord) and 120VAC power protection, single outlet w/Retention Screw	Delta	\$33.51	\$33.51	4-5 semanas	- UL -									<b>Subtotal</b>							<b>\$1,042.52</b>		<b>Imp Ventas</b>							<b>\$135.53</b>		<b>Total</b>							<b>\$1,178.05</b>	
Item	No de Parte	Cantidad	UM	Descripción	Fabricante	Precio Unitario	Precio Extendido	Disponibilidad																																																																										
1	BE550G-LM	1	EA	APC Back-UPS ES II Outlet 550VA 120V LAM	APC	\$77.57	\$77.57	4-5 semanas																																																																										
2	BX1000L-LM	1	EA	APC Back-UPS 1000VA, 120V, AVR, LAM	APC	\$124.98	\$124.98	4-5 semanas																																																																										
3	SMK1500RMU	1	EA	APC Smart-UPS X 1500VA Rack/Tower LCD 120V	APC	\$806.46	\$806.46	4-5 semanas																																																																										
4	DTX-1FF	1	EA	1 pair, 130V, RJ11 In/Out Modular Jack (w/patch cord) and 120VAC power protection, single outlet w/Retention Screw	Delta	\$33.51	\$33.51	4-5 semanas																																																																										
- UL -																																																																																		
<b>Subtotal</b>							<b>\$1,042.52</b>																																																																											
<b>Imp Ventas</b>							<b>\$135.53</b>																																																																											
<b>Total</b>							<b>\$1,178.05</b>																																																																											
<p>La cotización aquí presente fue realizada con información suministrada directamente por el integrador. ANIXTER puede sugerir alternativas de diseño y el integrador será el responsable de su revisión y aprobación final y por el cumplimiento de todos sus aspectos técnicos.</p>																																																																																		
<p><b>Favor remitir sus dudas o consultas a su Representante de Ventas:</b></p> <p><b>Yahaira Mora</b>          Teléfono (506) 2947-3319          Fax (506) 2259-3873  <a href="mailto:Yahaira.mora@anixter.com">Yahaira.mora@anixter.com</a>          Vallemos en <a href="http://www.anixter.com">www.anixter.com</a></p>																																																																																		

## Anexo #14

## PROPUESTA DE FINANCIAMIENTO

### REST. LOS POTREROS

Tuesday, July 24, 2018

#### ESTIMADOS SEÑORES,

Aquí presentamos nuestra oferta de SunLease®, la forma más sencilla de financiar su Sistema Solar.

#### INCLUYE POR EL PLAZO:

- ✓ Garantía de instalación.
- ✓ Garantía de generación.
- ✓ Mantenimiento y Monitoreo
- ✓ Seguro Todo Riesgo
- ✓ Inspección de Cumplimiento NEC 2011

#### FACILIDADES:

- ✓ Prima en TRES pagos: 1/3 al firmar, 1/3 a 30 días y 1/3 a 60 días.
- ✓ AHORRE y luego la cuota. Primera cuota 30 días desde puesta en marcha.

#### TRANQUILIDAD:

- ✓ Sunshine se hace RESPONSABLE por todo lo relacionado al sistema solar
- ✓ Los estados financieros NO se solicitan
- ✓ SIN comisión de formalización
- ✓ No se reporta a la SUGEF
- ✓ No afecta el nivel de endeudamiento
- ✓ Su firma es la única garantía

**SunLease**  
FINANCIAMIENTO

ATRACTIVO

SEGURO &

CONFIABLE



#### SISTEMA SOLAR OFRECIDO POR Purasol

POTENCIA	14.03 kWp
GENERACIÓN ANUAL	22 kWh
PANELES	44
INVERSORES IQ6+	44
PRECIO UNITARIO	1.50\$/Wp
PRECIO TOTAL	\$22,280

#### PROPUESTA SunLease ®

PRIMA DE 10.00 %	\$ 2,228.00
PLAZO EN MESES	120
CUOTA MENSUAL	\$ 323.52

Esta oferta es válida por 30 días

Atentamente,

Eric Orioch, Director Financiero

## Anexo #15

## PROPUESTA DE FINANCIAMIENTO

### REST. LOS POTREROS

Tuesday, July 24, 2018

ESTIMADOS SEÑORES,

Aquí presentamos nuestra oferta de SunLease®, la forma más sencilla de financiar su Sistema Solar.

INCLUYE POR EL PLAZO:

- ✓ Garantía de instalación.
- ✓ Garantía de generación.
- ✓ Mantenimiento y Monitoreo
- ✓ Seguro Todo Riesgo
- ✓ Inspección de Cumplimiento NEC 2011

FACILIDADES:

- ✓ Prima en TRES pagos:  
1/3 al firmar, 1/3 a 30 días y 1/3 a 60 días.
- ✓ AHORRÉ y luego la cuota  
Primera cuota 30 días desde puesta en marcha.

TRANQUILIDAD:

- ✓ Sunshine se hace RESPONSABLE por todo lo relacionado al sistema solar
- ✓ Los estados financieros NO se solicitan
- ✓ SIN comisión de formalización
- ✓ No se reporta a la SUGEF
- ✓ No afecta el nivel de endeudamiento
- ✓ Su firma es la única garantía

**SunLease**  
FINANCIAMIENTO

ATRATIVO

SEGURO &

CONFIABLE



#### SISTEMA SOLAR OFRECIDO POR Purasol

POTENCIA	19.82 kWp
GENERACIÓN ANUAL	30 kWh
PANELES	61
INVERSORES IQ6+	61
PRECIO UNITARIO	1.60\$/Wp
PRECIO TOTAL	\$31,712

#### PROPUESTA SunLease ®

PRIMA DE 11.25 %	\$ 3,567.60
PLAZO EN MESES	120
CUOTA MENSUAL	\$ 452.43

Esta oferta es valida por 30 días

Atentamente,

Eric Orlich, Director Financiero

## Anexo #16

## PROPUESTA DE FINANCIAMIENTO

### REST. LOS POTREROS

Tuesday, July 24, 2018

ESTIMADOS SEÑORES,

Aquí presentamos nuestra oferta de SunLease®, la forma más sencilla de financiar su Sistema Solar.

INCLUYE POR EL PLAZO:

- ✓ Garantía de instalación
- ✓ Garantía de generación
- ✓ Planteamiento y Monitoreo
- ✓ Seguro Todo Riesgo
- ✓ Inspección de Cumplimiento NEC 2011

FACILIDADES:

- ✓ Prima en TRES pagos:  
1/3 al firmar, 1/3 a 30 días y 1/3 a 60 días.
- ✓ AHORRE y luego la cuota  
Primera cuota 30 días desde puesta en marcha.

TRANQUILIDAD:

- ✓ Sunshine se hace RESPONSABLE por todo lo relacionado al sistema solar
- ✓ Los estados financieros NO se solicitan
- ✓ SIN comisión de formalización
- ✓ No se reporta a la SUGEF
- ✓ No afecta el nivel de endeudamiento
- ✓ Su firma es la única garantía.

**SunLease**  
FINANCIAMIENTO

ATRACTIVO

SEGURO &

CONFIABLE



SISTEMA SOLAR OFRECIDO POR Parasol

POTENCIA	28.2 kWp
GENERACION ANUAL	43 kWh
PANELES	87
INVERSORES IQG+	87
PRECIO UNITARIO	1.60\$/Wp
PRECIO TOTAL	\$45,130

#### PROPUESTA SunLease®

PRIMA DE 28.75 %	\$ 12,972.00
PLAZO EN MESES	120
CUOTA MENSUAL	\$ 526.06

Esta oferta es válida por 30 días

Atentamente,

Eric Orlich, Director Financiero